أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين

إعداد

سهيل حسين محمود صالحة

إشراف

د. عدنان سليم العابد

قدمت هذه الأطروحة استكمالاً للحصول على درجة الدكتوراه الفلسفة في المناهج والتدريس

كلية الدراسات العليا

الجامعة الأردنية

نيسان ٢٠١٢

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هذه الأطروحة (أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين) وأجيزت 2012/4/5

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيع
الدكتور عدنان سليم العابد، مشرفاً أستاذ مشارك- أساليب تدريس الرياضيات	....
الدكتور إبراهيم أحمد الشرع، عضواً أستاذ مشارك- مناهج عامة	....
الدكتور عبد المهدي علي الجراح، عضواً أستاذ مشارك- تكنولوجيا التعليم	....
الأستاذ الدكتور فريد كامل أبو زينة، عضواً أستاذ- أساليب تدريس الرياضيات (جامعة عمان العربية)	....

الجامعة الأردنية

نموذج التفويض

أنـــا سهيل صبره محمد صالح ، أفـــوض الجامعة الأردنية بتزويد نسخ من رسالتي/أطروحتي للمكتبـــات أو المؤســـسات أو الهيئات الأشخاص عن طلبها.

التوقيع

التاريخ: ١ / ٥ / ٢٠١٢

الإهداء

إلى من هم أعظم منا جميعاً... إلى الشهداء...

إلى عائلتي...

إلى أصدقائي...

سهيل صالحة

الشكر والتقدير

الحمد والشكر لله أولاً وأخيراً، الذي أعانني ويسّر أمري ووفقني على إنجاز هذه الدراسة.

ولا يسعني إلاّ أن أتقدم بالشكر والتقدير إلى أستاذي الدكتور عدنان العابد الذي أغدق عليّ بكرمه، وبحسن خلقه، وبطيب نفسه، وبكبير حلمه، وبحسن توجيهه، وبدقة عمله، وبسرعة إنجازه، فما أشعرني يوماً بأني الطالب، وهو الأستاذ، بل لقد أزال الحواجز، فشعرت منه بحكمة الخبير، وبأنس الصديق... فله مني عظيم الشكر والامتنان.

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى الأساتذة الأفاضل أعضاء لجنة المناقشة الذين أثروا الدراسة بملحوظاتهم، الأستاذ الدكتور فريد أبو زينة، والدكتور عبد المهدي الجراح، والدكتور إبراهيم الشرع.

وإلى أصدقائي الأوفياء الذي كان لدعمهم المعنوي الأثر الكبير في إنجاز هذا العمل.

والشكر موصول لمشرف الرياضيات في مديرية التربية والتعليم في محافظة نابلس الأستاذ كريم العارضة، وإلى معلّمة الرياضيات في مدرسة جمال عمر المصري الأستاذة عبير الشوا، ولإدارة المدرسة، لتفضّلهم بالمساعدة في تسهيل إجراءات الدراسة وتجربتها.

فهرس المحتويات

فهرس الجداول

فهرس الأشكال

فهرس الملحقات

أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين

إعداد

سهيل حسين محمود صالحة

إشراف

د. عدنان سليم العابد

الملخص

سعت الدراسة الحالية إلى تقصي أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين. وبالتحديد أجابت الدراسة الحالية عن السؤالين الآتيين:

السؤال الأول: " ما أثر البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين ؟ "

السؤال الثاني: " ما أثر البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية في القدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين ؟ "

استخدم في هذه الدراسة التصميم شبه التجريبي لمجموعتين (ضابطة وتجريبية)، حيث تم اختيار أفراد الدراسة من بين طالبات مدرسة جمال عمر المصري بطريقة قصدية لإجراء الدراسة عليها، وتم اختيار الشعبتين (أ)، (ب) عشوائياً، حيث جاءت الشعبة (أ) – وعدد طالباتها (٣٥) طالبة- كمجموعة تجريبية طُبّق عليها البرنامج المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، وجاءت الشعبة (ب) – وعدد طالباتها (٣٢) طالبة- كمجموعة ضابطة طُبّق عليها طريقة التدريس الاعتيادي، وبذلك يكون مجموع أفراد الدراسة (٦٧) طالبة.

ولتحقيق أهداف الدراسة تم استخدام ثلاث أدوات هي: البرنامج المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، والمُصمم كنظام تعليمي متكامل، واختبار حل المسألة الرياضية، المكوّن من (١٥) فقرة من نوع الاختيار من متعدد، ومقياس القدرة المكانية، المكوّن من (٢٠) فقرة من نوع الاختيار من متعدد، وقد تم استخراج دلالات الصدق والثبات لأدوات الدراسة بالطرق المناسبة، ووُجدت مقبولة لأغراض هذه الدراسة.

وتضمنت إجراءات الدراسة الحالية التطبيق القبلي لاختبار حل المسألة الرياضية ومقياس القدرة المكانية على المجموعتين الضابطة والتجريبية، وذلك قبل البدء في تنفيذ البرنامج التعليمي، ثم تنفيذ المعالجتين التجريبية (البرنامج المُدعّم بالتأثيرات الضوئية) والضابطة

(البرنامج الاعتيادي) على أفراد الدراسة لفترة أربعة أسابيع، وبعد الانتهاء من تطبيق المعالجتين التجريبية والضابطة، تم تطبيق اختبار حل المسألة الرياضية ومقياس القدرة المكانية. ومن تم جمع البيانات وتفريغها في جداول خاصة بذلك، وإدخال البيانات على الحاسوب، ومعالجتها إحصائياً واستخراج النتائج، وتم استخدام تحليل التباين المشترك (ANCOVA) لضبط الفروق بين المتوسطات للمجموعتين في التطبيق القبلي للمقاييس، والكشف عن دلالة الفروق في متوسطات درجات طلاب المجموعتين على التطبيق البعدي للاختبارين.

أظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائياً (α = ٠,٠٥) في حل المسألة الرياضية يُعزى إلى البرنامج المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، كما أظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائياً (α = ٠,٠٥) في القدرة المكانية يُعزى إلى البرنامج المُدعّم بالتأثيرات الضوئية.

وبناء على هذه النتائج، يوصي الباحث بضرورة الاستفادة من نتائج هذه الدراسة وتوصياتها وبرنامجها التعليمي، لما أظهرته من أثر إيجابي للتأثيرات الضوئية في تحسين حل المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى الطلبة، وضرورة إتاحة الفرص للطلبة لتعلم الرياضيات من خلال برمجيات تعليمية تفاعلية جاهزة، يستطيع الطلبة من خلالها بناء المفاهيم الرياضية وتمثيلها.

الفصل الأول

مشكلة الدراسة وأهميتها

الفصل الأول

مشكلة الدراسة وأهميتها

المقدمة:

أصبح الحاسوب أداةً أساسية في عملية التعليم، ومكوّناً حيوياً لعملية التدريس، فالتغيرات السريعة التي طرأت على مناحي الحياة، جعلت من الضرورة بمكان، ولكافة عناصر النظام التعليمي، التفاعل مع الحاسوب وبرمجياته؛ لتحقيق أكبر قدر من التعلم والتفكير على حد سواء. وقد أُدخل الحاسوب إلى التعليم، استجابة للتحديات التي تواجه عملية التعليم، ولاستحداث طرائق تدريس فعّالة تضمن اكتساب الطالب قدراً من المعرفة، وكمّاً من المهارات المتنوعة في محتواها وفي نتائجها (Glenn & D'Agostino, 2008).

إنّ استخدام التقنية التربوية المعتمدة على الحاسوب تعمل على تحسين نوعية التعليم، والوصول به إلى درجة الإتقان، وتحقيق الأهداف التعليمية بوقت وإمكانات أقل، وتزيد العائد من عملية التعليم، وتخفض تكاليف التعليم دون تأثير في نوعيته (عبد الحق، ٢٠٠٧، ص ٢٧)، وتدعو معظم التوجهات التربوية المعاصرة إلى تركيز الاهتمام بدمج التكنولوجيا المعتمدة على الحاسوب في التعليم، واستخدام التقنيات التفاعلية المتقدمة مثل الوسائط المتعددة والواقع الافتراضي؛ كونها قادرة على تنفيذ العديد من التجارب الصعبة من خلال برامج المحاكاة، وتُقرّب المفاهيم النظرية المجردة، كما أنها تهيئ بيئات فكرية تحفز المتعلم على استكشاف موضوعات ليست موجودة ضمن المقررات الدراسية (Kartiko, Kavakli & Cheng, 2010).

ولا يخفى دور الحاسوب في مجال التعلم والتعليم، إذ أصبح يُستخدم في تدريس المواد الدراسية المختلفة، وإعداد الدروس، والاختبارات، وتقويم تعلّم الطلبة، وإدارة الفصل الدراسي، إضافة إلى العديد من الأسباب التي تؤيد استخدام الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات في عملية التعليم والتعلم؛ منها تهيئة الطلبة لعالم يتمحور حول التكنولوجيا المتقدمة، وأن يألف الطلبة معالجة المعلومات، وهو ما يؤدي بدوره إلى تحسين نوعية التعلم والتعليم والاطلاع على أحدث ما توصل إليه العلم في كافة المجالات (الخريسات وقطيط، ٢٠٠٩، ص ١٧).

وربما تكون الرياضيات أكثر المناهج المدرسية تفاعلاً مع الحاسوب وبرامجه في التعلّم والتعليم؛ إذ إن طبيعتها وبنيتها وأساسها تتداخل مع بناء البرامج التعليمية المحوسبة، ويتبع كلاهما "منطقاً وخوارزميات" محدّدة في تطبيقهما (Travers, 2010)، فقد حقق الحاسوب نجاحاً

كبيراً في تعليم الرياضيات وتعلّمها، فهو يعين الطلبة على تعلم المفاهيم الرياضية المجردة، وتمثيلها، وإجراء الحسابات المعقدة، والتأكد من صحة الإجابة، وإكسابهم مهارات رياضية، وقدرة على حل المسائل الرياضية (Boston & Smith, 2009). ويرى ديمربيلك وتامر (Demirbilek & Tamer, 2010) أن الحاسوب وبرمجياته ساهما في حلّ مشكلات بالغة التعقيد في الرياضيات، كما ساعدا في حلّ المسائل الرياضية العددية أو الرمزية، فمن ناحية تُشابه برمجيات الحاسوب الآلة الحاسبة في تعاملها مع الأرقام، لكنها بالكفاءة نفسها قادرة على التعامل مع المعادلات الجبرية والرسوم والأشكال والخطوط البيانية والمجسمات الهندسية، علاوة على تضمّنها عدداً من الألعاب الرياضية التي ترفع من مستوى تفكير المتعلم وتجعله أكثر نضجاً وغزارة.

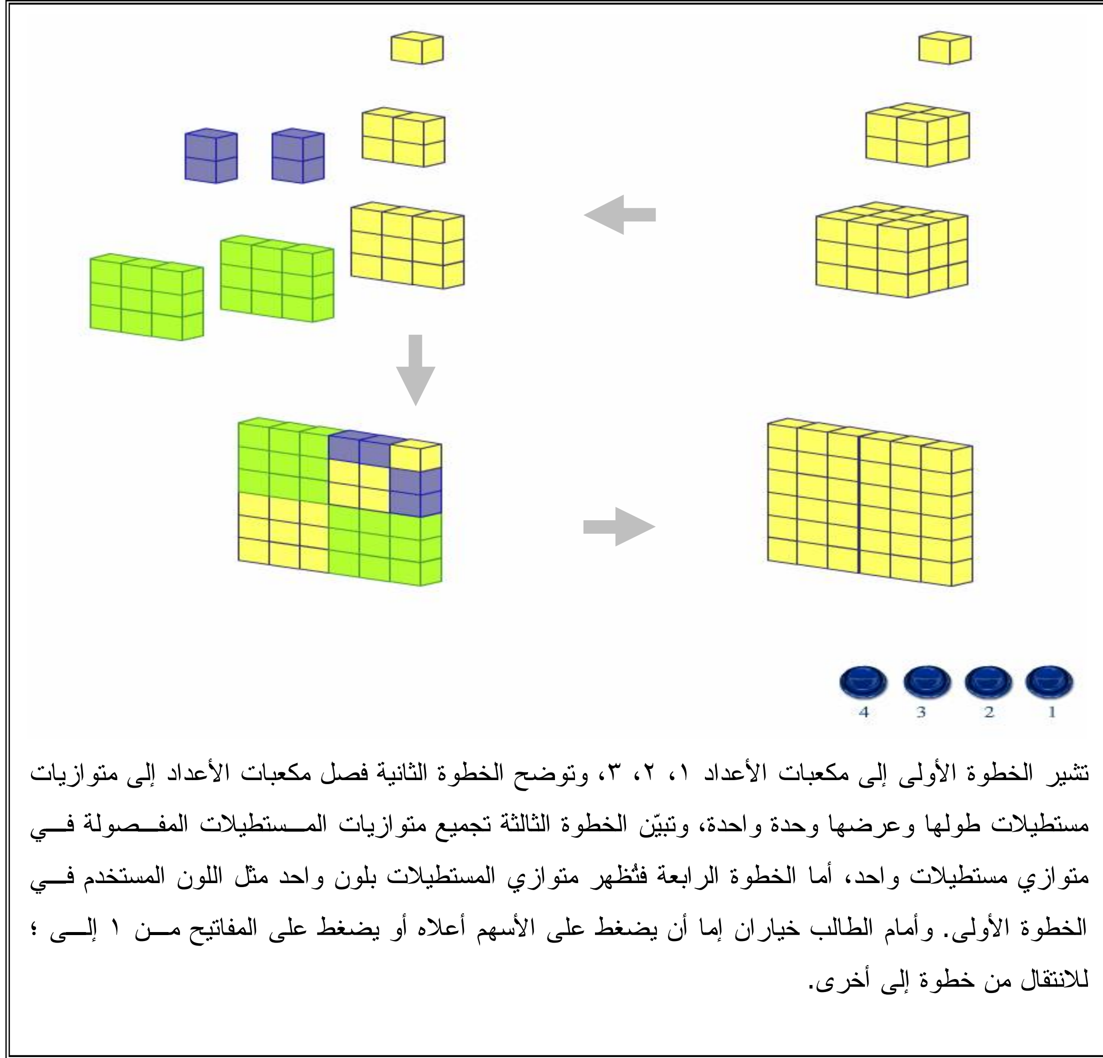
ويتناول تعلم الرياضيات وتعليمها الحاسوب وبرمجياته في محورين مهمين هما دراسة الحاسوب، والتدريب على استخدامه، واستخدام برامجه لدراسة العلاقات الرياضية وحل المسائل الرياضية. وفي ذلك فقد يكتب المتعلمون برامجهم الخاصة بهم، أو يستخدمون برامج خاصة (Reisa, 2010).

وانسجاماً مع ذلك، فقد اعتمد المجلس الوطني لمعلّمي الرياضيات National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) "مبدأ التكنولوجيا" كواحدٍ من المبادئ التي تقوم عليها الرياضيات المدرسية Principles and Standards for School Mathematics، وضرورة توظيفها في المدرسة؛ لما لها من أثر كبير في تحسين تعلّم الطلبة، ولما يمكن الإفادة من الحاسوب وإمكاناته في تعليم الرياضيات (NCTM, 2000). وعطفاً على ذلك، فقد أشار المجلس الوطني لمعلّمي الرياضيات NCTM إلى "التأثيرات الضوئية" Illuminations، وهي إحدى مستحدثات برامج الحاسوب في تعليم الرياضيات، على أنها أنشطة ودروس حاسوبية، تعمل على تحسين قدرة المتعلّم على فهم الرياضيات، بما تتضمّنه من رموز ومجرّدات (NCTM, 2008).

وتُصمَّم "التأثيرات الضوئية" Illuminations وفق تفاعلٍ بين برنامجي فلاش Flash، وجافا Java، مما يدعم دمج عدد من مزايا البرنامجين في تمثيلٍ أفضل للمحتوى الرياضي، فإضافةً لقدرتها على تحريك الأشكال المستوية وغير المستوية والتحكّم بها، فهي تُمكّن من تكوين عشرات الأمثلة لتعميم رياضي واحد، كما تُنتج بيئة الكترونية تفاعلية من خلال المؤثرات الصوتية، والصور، والرسوم المتحركة، كما يمكن استخدامها في تصميم تطبيقات ديناميكية

تساعد على فهم البرهان الرياضي وتجسيد المجسّمات الرياضية، وبناء الأشكال الهندسية وتحريكها (NCTM, 2010).

وكمثال على ذلك، يشير الرسم الاليكتروني في الشكل (١) إلى تصميم التعميم الرياضي التالي $1^3 + 2^3 + 3^3 + ... + ن^3 = (1 + 2 + 3 + ... + ن)^2$ وفق التأثيرات الضوئية.



تشير الخطوة الأولى إلى مكعبات الأعداد ١، ٢، ٣، وتوضح الخطوة الثانية فصل مكعبات الأعداد إلى متوازيات مستطيلات طولها وعرضها وحدة واحدة، وتبيّن الخطوة الثالثة تجميع متوازيات المستطيلات المفصولة في متوازي مستطيلات واحد، أما الخطوة الرابعة فتُظهر متوازي المستطيلات بلون واحد مثل اللون المستخدم في الخطوة الأولى. وأمام الطالب خياران إما أن يضغط على الأسهم أعلاه أو يضغط على المفاتيح من ١ إلى ٤ للانتقال من خطوة إلى أخرى.

الشكل (١)

مثال على التأثيرات الضوئية لتعميم رياضي

وتفعيلاً لدور برامج الحاسوب في تعليم الرياضيات، دعا كليمنت وسارما (Clement & Sarma, 2004) إلى تضمين برامج الحاسوب في معايير تدريس الرياضيات، حيث رأيا أنها تحقق مفاهيم البنائية، وتمثّل وسيلة للتعبير عن الأفكار الرياضية، والمفاهيم الجبرية، كما أنّها تسهمً في تنمية "الحس المكاني"Spatial Sense، لاسيما في تحليل خصائص الأشكال الهندسية ثنائية أو وثلاثية الأبعاد، وتطوير البراهين الرياضية الممثلة للعلاقات الهندسية.

وينظر للرياضيات على أنها نشاط يقوم بتشكيل النماذج والعلاقات الهندسية، ويتطلب هذا أن يتمتع الطلبة بحس مكاني أو "قدرة مكانية" Spatial Ability، وللقدرة المكانية دور رئيس في تفعيل الفهم والاستيعاب أثناء تعليم الرياضيات (عابد، ١٩٩٦)، كما أنها تساعد في فهم السلوك البنائي للمتعلّم، وتعزز قدرته على حلّ المسألة الرياضية (Van Garderen, 2006). ويرى أوبارا (Obara،2010) أن الرياضيات مادة تتطلب مهارات خاصة عند تعلّمها مثل القدرة على تصور الأشكال الهندسية، ومعرفة العلاقات بينها، وتمثيل المجردات. والهندسة – على وجه الخصوص - تتطلب إضافة إلى تلك المهارات، مهارات مثل التطبيق، وحلّ المسألة والرسم، والإدراك ثلاثي الأبعاد، مما يشير إلى ضرورة تمتع الطالب بإدراك حسي ورؤية بصرية.

وبناء عليه، تأتي هذه الدراسة لبحث وتحرّي دور "التأثيرات الضوئية Iluminations" في تعليم الرياضيات وتعلّمها؛ وإذ يبدو ثمة أثر بين التأثيرات الضوئية، وكل من القدرة المكانية، وحلّ المسألة الرياضية، فالبرنامجين اللذين تُصمم بهما التأثيرات الضوئية وتطبيقاتهما يتوافقان مع المنطق الرياضي، ورسم الأشكال والمجسمات الهندسية.

ولعلّ برنامجاً تعليمياً يقوم على التأثيرات الضوئية قد يساهم في تحسين القدرة المكانية وحلّ المسألة الرياضيّة لدى الطلبة، لا سيما وأن هذا البرنامج تتضمنه هذه الدراسة التي تأتي في بداية الدراسات التي تتناول التأثيرات الضوئية، والتي حثّ المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM على تناولها وتحرّيها وتقصيّ آثارها، وذلك من خلال ما عرض لها من أمثلة في موقعه وأدبياته (NCTM, 2010)، وعليه فإن هذه الدراسة تأتي للوقوف على تقصي أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في القدرة المكانية وحلّ المسألة الرياضية لدى طلبة المرحلة الأساسية في فلسطين.

مشكلة الدراسة وأسئلتها:

يوفر الحاسوب بتقنياته المختلفة بيئة تعليمية تعجّ بالتشويق والإثارة وزيادة النشاط والحيوية لدى المتعلّم. وتتعدى برامج الحاسوب كونها وسائل، بل مناهج بذاتها، فتساعد في تنشيط عملية التعلّم، وتُمكّن المعلّم من التدريس والاختبار بأسلوب شيق وممتع يدفع بالمتعلم إلى الاستمرارية في عملية التعلّم والمواظبة عليها، وما التأثيرات الضوئية Illuminations إلا واحدة من برامج الحاسوب التي تبني الفهم الهندسي لدى المتعلم، وتغرس فيه منطقاً علمياً.

ويعتقد العاملون في مجال تعليم الرياضيات أن القدرة على حلّ المسألة هي من أهم المهارات التي يجب أن يمتلكها الطالب؛ ذلك لأن حلّ المسألة يرتبط ارتباطاً مباشراً بحلّ المشكلات، فحلّ المسألة يتطلب من الطالب القيام بالكثير من العمليات كإعادة صياغة المسألة وتحليلها ورسمها وتجسيدها، وقد تحتاج إلى عمليات تركيب واستقصاء ووضع فرضيات واختبار مدى ملاءمة تلك الفرضيات.

وتُعد القدرة المكانية مؤشراً موثوقاً على تعلّم الهندسة، فهي تعتمد على إدراك الأبعاد والمسافات بدقة، وإدراك حجوم المجسمات ومساحات الأشكال، وطولها، وشكلها، وارتفاعها، وتتطلب هذه القدرة تدريباً حسياً يساعد الطالب في اكتساب الخبرات حول شكل الشيء من مختلف زواياها المنظورة.

وقد أشارت دراسات عدة مثل دراسة شيرفاني (Shirvani, 2010)، ودراسة مانوتشيهري (Manouchehri, 2004) إلى أثر البرامج الحاسوبية في رفع تحصيل الطلبة في الرياضيات، خاصة في الجبر؛ لاعتمادها على تمثيل المقادير الجبرية والعمليات عليها.

وبناء على ما تقدم، تحاول الدراسة الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

" ما أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية، والقدرة المكانية، لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين؟ "

وينبثق من هذا السؤال السؤالان الآتيان:

السؤال الأول: " ما أثر البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين ؟ "

السؤال الثاني: " ما أثر البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية في القدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين ؟ "

فرضيات الدراسة:

للإجابة عن سؤالي الدراسة، صيغت الفرضيتان الصفريتان الآتيتان:

الفرضية الأولى: "لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية (α=٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية (البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية) ودرجات طلبة المجموعة الضابطة (الطريقة الاعتيادية) في اختبار حلّ المسألة الرياضية ".

الفرضية الثانية: "لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية (α=٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية (البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية) ودرجات طلبة المجموعة الضابطة (الطريقة الاعتيادية) في مقياس القدرة المكانية ".

أهمية الدراسة ومبرراتها:

تتجسد أهمية هذه الدراسة في أنها ستزوّد العاملين في مجال تعليم الرياضيات وتعلّمها - لاسيما المعلّمين منهم- ببرنامج تعليمي مُدعّم ببرمجيات حاسوبية متآلفة، يساعدهم في استخدام طرق أكثر تنوعاً وفاعليةً في تدريسهم الرياضيات، ومن شأن ذلك البرنامج التعليمي أن يُساهم في تحفيز الطالب نحو الرياضيات وتعلّمها، ويمنحه الفرصة لدراسة المفاهيم والتعميمات والمهارات الرياضية في بيئة ديناميكية.

كما تستمد الدراسة أهميتها من أهمية حلّ المسألة الرياضية، والقدرة المكانية في تعليم الرياضيات وتعلّمها، فحلّ المسألة الرياضية يُكسب المفاهيم معنىً ووضوحاً لدى الطالب، ويسمح بتطبيق التعميمات في مواقف جديدة، إضافة لكونه وسيلة للتدريب على المهارات الرياضية المختلفة، أما القدرة المكانية فتزيد من إمكانية تعرف الطلبة أنماطاً هندسية مختلفة، وفهم الأشكال ثلاثية الأبعاد واستيعابها، وابتكار الصور الذهنية وتكوينها.

وعلاوة على ذلك، تأتي هذه الدراسة ضمن جهود وزارة التربية والتعليم الفلسطينية، ومنظمة اليونسكو إلى إدخال التكنولوجيا في تعلّم الطلبة للرياضيات، وتدريب المعلمين على استخدامها في تدريس الرياضيات.

حدود الدراسة:

تحدّدت نتائج هذه الدراسة بما يلي:

- اقتصارها في التطبيق على طالبات الصف السابع الأساسي.
- اعتمادها اختبار في المسألة الرياضية، وهو من إعداد الباحث، ويتحدّد بدلالات صدقه وثباته.
- تناولها وحدة الجبر في مادة الرياضيات.
- الخصائص السيكومترية لمقياس القدرة المكانية، والمحدّد بالدوران كتحويل هندسي.
- أثر الاختبار القبلي في حل المسألة الرياضية، والقدرة المكانية على معرفة الطلبة.

التعريفات الإجرائية:

تتضمّن الدراسة التعريفات الإجرائية الآتية:

- التأثيرات الضوئية Illuminations: هي مجموعة الأنشطة والتمارين التي يوردها المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات على موقعه، وتعمل في بيئة جافا Java. وتُعرّف التأثيرات الضوئية إجرائياً بأنها الدروس المحوسبة لوحدة الجبر في كتاب الرياضيات للصف السابع الأساسي في فلسطين، والمُصمّمة وفق برمجيتي فلاش Flash، وجافا Java، والتي تتبع خطوات التأثيرات الضوئية، ويقوم المعلّم بتدريسها للطلبة.
- المسألة الرياضيّة: موقف جديد ومختلف يضع الطالب أمام تحدٍّ لقدراته، خاصة أنه لا يكون لديه حلّ جاهز في حينه، ويقوم الطالب باستدعاء معلوماته السابقة ويربطها بعناصر الموقف الحالي بطريقة جديدة تمكنه من الوصول إلى الحل (أبو زينة، ٢٠١٠). وجاءت المسألة الرياضيّة في هذه الدراسة متمثلة في اختبار المسألة الرياضيّة.
- حلّ المسألة الرياضيّة: هي مجموعة من التحركات والخطوات والإرشادات التي يقوم بها المعلّم أثناء الحصة الدراسية وفق خطوات حلّ المسألة الرياضيّة، إذ يقوم بقراءة المسألة، وإعادة صياغتها بلغته الخاصة وتحديد المعطيات والمطلوب، ثم يقوم الطالب باختيار الاستراتيجية الخاصة المناسبة للحل، ومن ثم تنفيذ خطة الحل، التي تتضمن تنفيذ الاستراتيجية أو مجموعة الاستراتيجيات بمهارة، وأخيراً تقويم الحل عبر التحقق من معقولية الإجابة (أبو زينة، ٢٠١٠).

ويُعرّف حلّ المسألة إجرائياً في هذه الدراسة بأنه الدرجة التي تحققها الطالبة في اختبار المسألة الرياضية المُعد لذلك.

- القدرة المكانية: هي القدرة على تناول، ودوران، ولف، وتحويل مثير مقدّم على شكل صورة (عابد، ١٩٩٦).

وتُعرّف القدرة المكانية إجرائياً في هذه الدراسة بأنها الدرجة التي تحققها الطالبة في مقياس القدرة المكانية المُعد لذلك، والذي يعتمد على التحويل الهندسي الدوران في قياس القدرة المكانية لدى الطلبة.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات ذات الصلة

يتضمن هذا الفصل عرضاً للأدب النظري والدراسات السابقة المتعلقة بأثر استخدام الحاسوب والبرمجيات الحاسوبية في تعليم الرياضيات وتعلمها، وحلّ المسألة الرياضية، وتنمية القدرة المكانية. كما يتضمّن عرضاً للدراسات السابقة ذات الصلة، والتي تمكّن الباحث من الوصول إليها بعد الرجوع إلى الدراسات والأبحاث المنشورة في الدوريات والمجلات المتخصّصة وفي قواعد البيانات والمتعلقة بموضوع الدراسة ومتغيراتها.

أولاً: الإطار النظري:

أصبح استخدام البرمجيات الحاسوبية واستثمارها سمة من سمات العصر الحاضر نظراً للاستحقاقات التي أفرزتها أنماط الحياة المدنية، وتطلب الأمر إحداث هذه التغيرات ومعايشتها في المجتمعات التي من شأنها بناء ثقافات وسياسات شاملة ومتكاملة، تكفل التخلص من النمط التقليدي في الحياة اليومية والعملية، وترسخ المنهجية العلمية التحليلية والتجريبية كأسلوب لحل المشكلات المختلفة. إذ أن التقدم العلمي والتكنولوجي يرتبط بالحاسوب وثقافته ارتباطاً وثيقاً يتطلب من جميع المؤسسات التعليمية أن تواصل جهودها الحثيثة لمواجهة مثل هذا التحدي بما تتطلبه المرحلة القادمة من تأهيل الطلبة تأهيلاً تقنياً يجعلهم قادرين على التعايش والعطاء والمنافسة (عيادات، ٢٠٠٤). خاصة وأن الحاسوب ربما يساعد على تحسين التعليم والتعلّم والإعلام والثقافة والتحكم بسلوك الأفراد في حياتهم اليومية (نبهان، ٢٠٠٨)، ويجب أن لا يكون التركيز في عملية التعليم على الحاسوب بقدر ما يكون على البرنامج التعليمي الذي يوضع فيه، فالحاسوب ليس إلا أداة للنقل والخزن والتسجيل، أما البرنامج الموضوع ضمنه فهو الذي يقوم بعملية التعليم الحقيقية.

مجال استخدام الحاسوب في العملية التعليمية:

يُعدّ الحاسوب من أهم الوسائل في استخدامات تقنيات المعلومات في جميع المستويات وبخاصة على مستوى المدرسة، نظراً لجدارته في (Park, Lee & Kim, 2009):

١. محو الأمية الحاسوبية وجعل الطالب يعي ويقدّر دور ومكانة الحاسوب في جميع مجالات الحياة.

٢. تطوير فعالية التعليم من خلال تطوير الطرق والأساليب التربوية للتعليم وتطوير عملية التعلم الذاتي.

٣. تنمية المهارات العقلية عند الطالب (كمهارة حل المسائل، الإبداع، الفهم، تنظيم وتحليل المعلومات والتحليل المنطقي) وتطوير قدراتهم على التعلم من خلال استخدام الحاسوب كوسيلة تعليمية.

٤. مساعدة الطالب على فهم واستيعاب التغييرات التقنية الحديثة والتطبيقات العديدة للحاسوب في جميع مجالات الحياة المختلفة لتحضيره للعيش في عصر المعلومات.

٥. تنمية قدرات الطالب على الاتصال ومساعدته على الانخراط في الحياة اليومية دون الشعور بالنقص.

٦. توسيع أفق الطالب من حيث الموضوعات والمهن الكثيرة التي يمكن أن ينخرط فيها بعد تخرجه من المدرسة.

ويرى الباحث أنه لا يمكن تحديد أفق لاستخدام الحاسوب في التعليم والتعلم؛ نظراً للتراكم المعرفي الذي تحدثه التكنولوجيا يومياً، مما يصعب الوقوف عند حد معين أو تقنية معينة.

الرياضيات والحاسوب

لعلم الحاسوبَ تقليدياً عَلاقة بالرياضيات، ويعود ذلك إلى الدور الفاعل للمنطق الرياضي وخوارزميات حل المعادلات الرياضية، وصنوف أخرى من المسائل الرياضية، في بدايات تطور علم الحاسوب. وكذلك أثّر علم الحاسوب بشدة في فروع عديدة من علم الرياضيات الذي أصبح معنياً بإثبات الخوارزميات بغية بناء أو تعرّف بنية رياضية أو تنفيذ وظيفة ما. وفي بعض الحالات كانت الحواسيب حساسة للرياضيات، فمثلاً اعتمد حلّ مبرهنة الألوان الأربعة على برنامج يبحث عن عدد كبير ومنتهٍ من الحالات المختلفة، ولهذا يفضل بعض المهتمين تسمية الحوسبة بعلم رياضي (Meyer, 2010).

ولعلّ العلاقة بين الهندسة وعلم الحاسوب أقوى بكثير من الرابطة الموجودة بين علوم طبيعية كثيرة وبين هندساتها، مثل: الهندسة الكيميائية والكيمياء، تصميم الطائرات وديناميكية الموائع، والصيدلة وعلم الأحياء، هندسة المواد والفيزياء، وسبب ذلك أن علم الحاسوب تربطه علاقة وراثة قوية بهندسة الإلكترونيات، ولأن العديد من الخوارزميات والطرائق صممت في الأصل لحل مشكلات هندسية، مثل الدارات الإليكترونية، والتصميم الهندسي، وهندسة النظم وتصنيعها (الحازمي، ١٩٩٥).

ويعيد الباحث العلاقة العضوية بين الرياضيات والحاسوب، إلى اعتماد كل منهما على الآخر، فبدون المنطق الرياضي لم يكن ليتوفر الحاسوب، ولولا الحاسوب لما تقدم علم الرياضيات وتطور، وأصبح أكثر حيوية.

تعلم الرياضيات، والحاسوب وبرمجياته

يمنح استخدام تقنيات الحاسوب تعليم الرياضيات وتعلمها فرصاً للمتعلمين والمعلمين لرفع مستوى فهمهم لأصناف المحتوى الرياضي من مفاهيم وتعميمات وإجراءات وحل مسائل (Bintas & Camli, 2009). ولقد حظي موضوع استثمار تعليم الرياضيات وتعلمها باهتمام كبير من قبل تربويي الرياضيات على مختلف المستويات.

ويعد المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM الآلة الحاسبة والحاسوب والبرمجيات التفاعلية والإنترنت وسائل لتغيير طبيعة المشكلات المهمة للرياضيات وطريقة استقصاء الرياضيين لها، وقد أكدّ ذلك في مبدأ التكنولوجيا الذي نصّ على" أن التكنولوجيا هي أساسية في تدريس وتعليم الرياضيات، وأنها تؤثر في الرياضيات وتحسن تعلم الطلاب للرياضيات"، ومن الأمثلة على ذلك ما أورده ماك كيولش (McCulloch, 2011) في استخدام الآلة الحاسبة الراسمة Graphing Calculator في تكوين نماذج بصرية للجبر الذي يتعلمه الطلبة، ودراسة سلوك كثيرات الحدود، والدوال الأسية، ورسم المنحنيات، ومع توفر عدد من البرمجيات الحاسوبية التفاعلية في تعلم الرياضيات، فقد تمكّن الطلبة من تحليل عدد كبير من الظواهر الواقعية، وفي الوقت نفسه ساعدت تلك البرمجيات الطلبة على تكوين الحس الرياضي للمفاهيم مما يساعد على سرعة تعلمها.

ويضيف إيتي (Eti, 2009) أن الطلبة يجب أن يتعلموا استخدام أدوات متنوعة للحساب غير الورقة والقلم، والحساب الذهني، والتقدير التقريبي، مثل الحاسبات وبرامج الرسم والأشكال الإليكترونية الأخرى مثل البرمجيات الحاسوبية، ويرى أن تلك الأدوات قد أصبحت أدوات معيارية أساسيّة لحل مشكلات كثيرة في العلوم والهندسة، وإدارة الأعمال، والصناعة، ولذلك يجب استخدام التكنولوجيا كجزء متكامل مع التدريس والتعليم، ويجب عدم اعتبار التسهيل الذي تقدمه التقنية بديلا لفهم الطلاب للمفاهيم الكمية، والعلاقات أو للبراعة في الحسابات الذهنية.

وتتيح البرمجيات التعليمية المحوسبة في الرياضيات بمختلف أنواعها الفرص للمتعلّم أن يتعلّم بنفسه دون الحاجة إلى معرفة متعمقة بعلم الحاسوب، وقد يكون استخدام الحاسوب وبرمجياته التعليمية في الرياضيات أنسب صور برامج التعليم المحوسب؛ نظراً لما يتمتع به من ميزات

كسرعة البحث عن المعلومات وعرضها بأشكال مختلفة، ترافقه مثيرات بصرية وسمعية تزيد متعة تعلّم الرياضيات، وتقديم المعرفة الرياضية ومهاراتها للمتعلم بأسلوب شائق جذاب يزيد من دافعيته نحو التعلم، ويزيد من قدراته على المتابعة والمثابرة، ومواصلة التعلم (عيادات، ٢٠٠٤).

ويرى الباحث أن تعليم الرياضيات وتعلّمها ربما أضحى أكثر سهولة وبساطة، وأقوى عمقاً عندما أُدمج بالتكنولوجيا التربوية، إضافة إلى أن استخدام الحاسوب وبرامجه المختلفة في تعليم الرياضيات قد حدا بالمتعلّم ليكون أكثر دافعية نحو التعلم.

نماذج تدريس الرياضيات بواسطة البرمجيات الحاسوبية:

توفر البرمجيات الحاسوبية عدداً من نماذج تدريس الرياضيات، منها:

١. أنموذج التدريس الخصوصي: الذي يتمّ فيه تقديم شرح متدرج للموضوعات المرتبطة بالأهداف المتوخاة من العملية التعليمية مع التركيز على التعلم الفردي، ويقوم المتعلّم بما تطلبه البرمجية التعليمية من توجيهات .

٢. أنموذج التدريب والمران: ويُعرف هذا الأنموذج بنمط صقل المهارات، تستوجب على المتعلّم معلومات ومعارف قبلية في المادة، كأن تُستخدم البرمجية التعليمية لممارسة إضافية بغية تحسين مهارة معينة لديه.

٣. أنموذج حلّ المسائل الرياضية والتمارين : يساعد هذا الأنموذج الطلبة على تنمية قدراتهم في حلّ المسائل الرياضية والتمارين بطريقة الاستقراء، ويشجّعهم على الاكتشاف والابتكار وتنمية التفكير المنطقي، وكيفية الاعتماد على النفس في حلّ المشكلات في حياتهم اليومية.

٤. أنموذج الألعاب التعليمية: يُوظف هذا الأنموذج برمجيات الألعاب التعليمية التي تمنح الطلبة الشعور بالمتعة والتشويق، مع حملهم على التعلم من خلال اللعب، فيتعلمون أرقاماً وأشكالا هندسية كما يتعلمون الجمع والطرح والضرب والقسمة.

٥. أنموذج التشخيص والعلاج: يُستخدم هذا الأنموذج في تشخيص ومعالجة أداء الطلبة في الرياضيات، وبهدف التأكد من إتقانهم لهذه المادة. ويمكّن المعلم والمتعلم من الوقوف على نقاط الضعف والقوة، ومن ثم تُوجّه البرمجيات الحاسوبية المتعلمين لمعالجة نقاط الضعف لديهم.

٦. أنموذج المحاكاة وتمثيل المواقف: أيْ تمثيل بعض المسائل والمواقف الرياضية التي تحدث ولا يمكن رؤيتها بالعين المجردة لصغر حجمها أو لبعدها الزماني والمكاني أو لخطورتها، وتتمكن البرمجيات الحاسوبية في هذه الحالة من التغلب على هذه الصعوبات عن طريق عرض

أشكال ومجسمات افتراضية بأحجام مناسبة وقريبة من الواقع عن طريق المحاكاة (Marshall, Buteau, Jarvis & Lavicza, 2012)

ومهما اختلف الأنموذج الحاسوبي في تدريس الرياضيات، فإنه يضفي نوعاً من التغيير والمرونة والتفاعل لدى المتعلّم، ويبعده عن التردد من سؤال المعلّم أو الحرج من عدم الإجابة أو صعوبة الحصول عليها وفهمها.

مراحل إعداد برمجية تعليمية في تعلم الرياضيات وتعليمها:

تُعد البرمجية التعليمية المكون الأساسي في استخدام الحاسوب في التعليم، وإعداد برمجية تعليمية في تعلم الرياضيات وتعلمها لوحدة دراسية، يتم في مجموعة من المراحل تُحدد تصوراً شاملاً، وتتمثل هذه المراحل كما ذكرها (عبد الحق، ٢٠٠٧) في:

١- مرحلة التصميم Design: ويتم في هذه المرحلة تجهيز كافة عناصر البرمجية من أهداف ومحتوى وأنشطة وتدريبات وتقويم.

٢- مرحلة التجهيز والإعداد Preparation : وتتم فيها صياغة التصميم من أهداف ومادة علمية وأنشطة وصور وأصوات وحركات، ويتم فيها تحديد محتوى موضوع البرمجية، وتنظيمه في ضوء خصائص المتعلم ثم وضع خطط دروس الرياضيات وتحديد الوسائل والأساليب والأنشطة المستعملة وكذا طرق التعزيز والتغذية الراجعة وغيرها.

٣- مرحلة كتابة السيناريو Scenario: وتتم فيها ترجمة الخطوط العريضة التي رسمها المصمم إلى إجراءات وأحداث ومواقف حقيقية تعليمية على الورق.

٤- مرحلة التنفيذ Execution وفي هذه المرحلة يتم تجسيد السيناريو ببرمجية تفاعلية متعددة الوسائط، ويتم اختبار سلامة عملية التشغيل للبرمجية، واختيار عملية استعراض البرمجية واختيار المؤثرات الصوتية واللونية وغير ذلك.

٥- مرحلة التجريب والتطوير Development: وتتم فيها عرض البرمجية على مجموعة من المحكمين بهدف تحسينها وتطويرها حتى تصل إلى مستوى ملائم يسمح بتعميمها.

وتعكس مراحل إنتاج البرمجية نفسها كنظام يعتمد على مدخلات وعمليات ومخرجات، مما يزيد من صلابة بنائها وترتيب محتوياتها، وتنظيمها أمام المتعلّم.

التأثيرات الضوئية Illuminations:

تُعد التأثيرات الضوئية إحدى مستحدثات برامج الحاسوب في تعليم الرياضيات وتطويع لقدراته، والتي أشار إليها المجلس الوطني لمعلّمي الرياضيات NCTM، وقدّمها على أنها أنشطة ودروس حاسوبية، تعمل على تحسين قدرة المتعلم على فهم الرياضيات، بما تتضمّنه من رموز ومجردات (NCTM, 2008).

ووفقاً لما عرضه المجلس الوطني لمعلّمي الرياضيات NCTM عن التأثيرات الضوئية، فإنها تُصمم فنياً وفق تفاعلٍ بين برنامجي فلاش Flash، وجافا Java، وتُقدم إليكترونياً مباشرة Online، وبذلك فهي بيئة الكترونية تفاعلية من خلال المؤثرات الصوتية، والصور، والرسوم المتحركة، وباستخدامها يمكن تصميم تطبيقات ديناميكية تُمثل المجسّمات الرياضية، وتبني الأشكال الهندسية وتُحرّكها (NCTM, 2010).

وقد تناسب تقديم التأثيرات الضوئية مع معايير المحتوى التي أعلنها المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM في عام ٢٠٠٠، فهناك أمثلة إليكترونية عن التأثيرات الضوئية في الأعداد والعمليات عليها، والجبر، والهندسة، والقياس، وتحليل البيانات والاحتمالات، وللمرحلة الدراسية من رياض الأطفال إلى الصف الثاني الثانوي (Keller, Hart & Martin, 2011).

وانسجاماً مع تلك المعايير، فقد عُرض (١٠٧) مثالاً إليكترونياً على الموقع الإليكتروني للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات (http://illuminations.nctm.org)، وصُنّفت تلك الأمثلة وفق معايير المحتوى والمرحلة الدراسية التي تناسبها، وتضمّن كل مثال التأثير الضوئي كنشاط، بالإضافة إلى تقديم التفسير الرياضي للمثال، وفيما يلي عرض لعددٍ من الأمثلة الإليكترونية للتأثيرات الضوئية مع وصفها وطريقة التشغيل.

مثال ١:

عنوان النشاط: الكسور المتكافئة

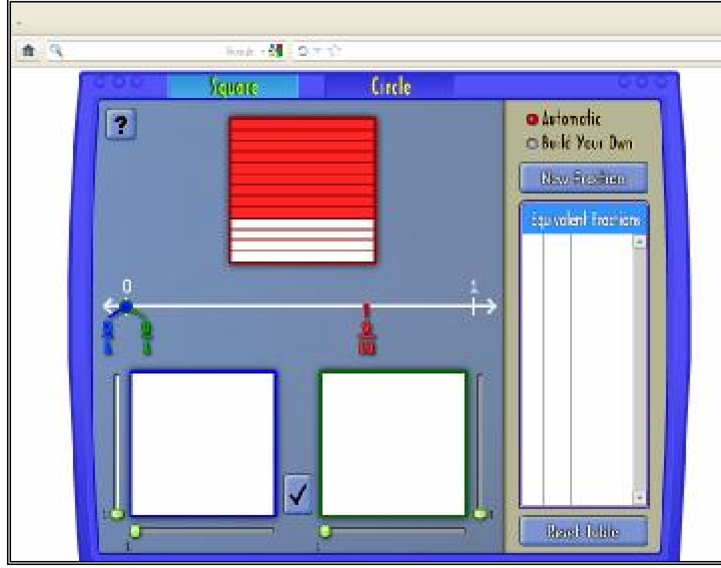
المرحلة (٣-٥)

معيار المحتوى: الأعداد والعمليات عليها

الهدف:

بناء كسور متكافئة من خلال تقسيم مربعات أو دوائر أو تظليلها، وملائمة كل كسر مع النقطة التي تمثله على خط الأعداد.

التأثير الضوئي:



الشكل (٢)

التأثير الضوئي للكسور المتكافئة

طريقة التشغيل:

يختار المتعلم الشكل الذي يريد التمثيل به (دوائر أو مربعات)، ثم يختار مصدر المثال (التـأثير الضوئي أو المتعلم نفسه)، وبعد ذلك يقوم المتعلم بتحريك التدريج إلى أن يتطابق الكسر الـذي أراد تمثيله مع التظليل أو التقسيم الذي طُلب، ومن ثم يمثله على خط الأعداد.

مثال (٢)

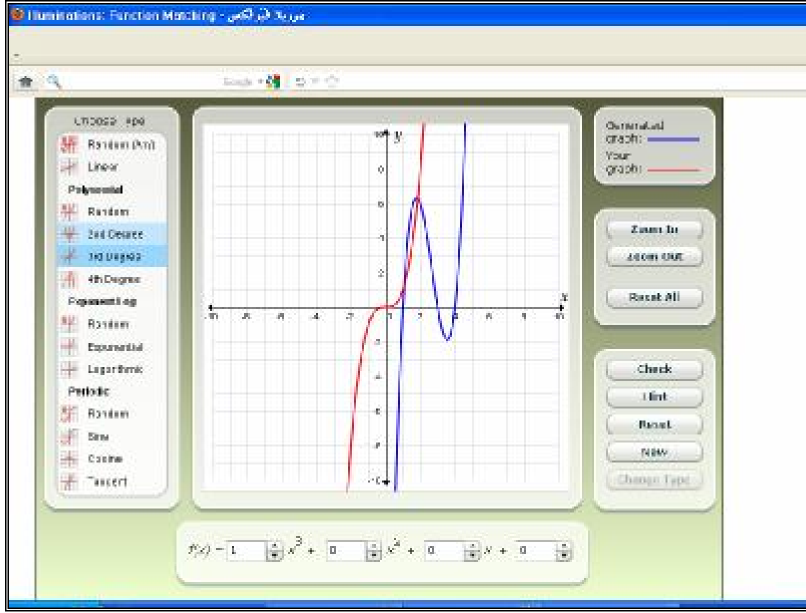
عنوان النشاط: رسم الاقترانات

المرحلة (٩-١٢)

معيار المحتوى: الجبر

الهدف: رسم اقترانات مختلفة النوع والدرجة.

التأثير الضوئي:



الشكل (٣)

التأثير الضوئي لرسم الاقترانات

طريقة التشغيل:

يكتب المتعلم معاملات الاقتران الذي يريد رسمه وتمثيله إلى الدرجة الرابعة، كما بإمكانه أن يختار نوع الاقتران كثير الحدود (الدرجة الأولى إلى الدرجة الرابعة أو عشوائي)، والاقتران (أسي أو لوغارتيمي)، واقتران مثلثي (الجيب، جيب التمام، الظل).

مثال (٣)

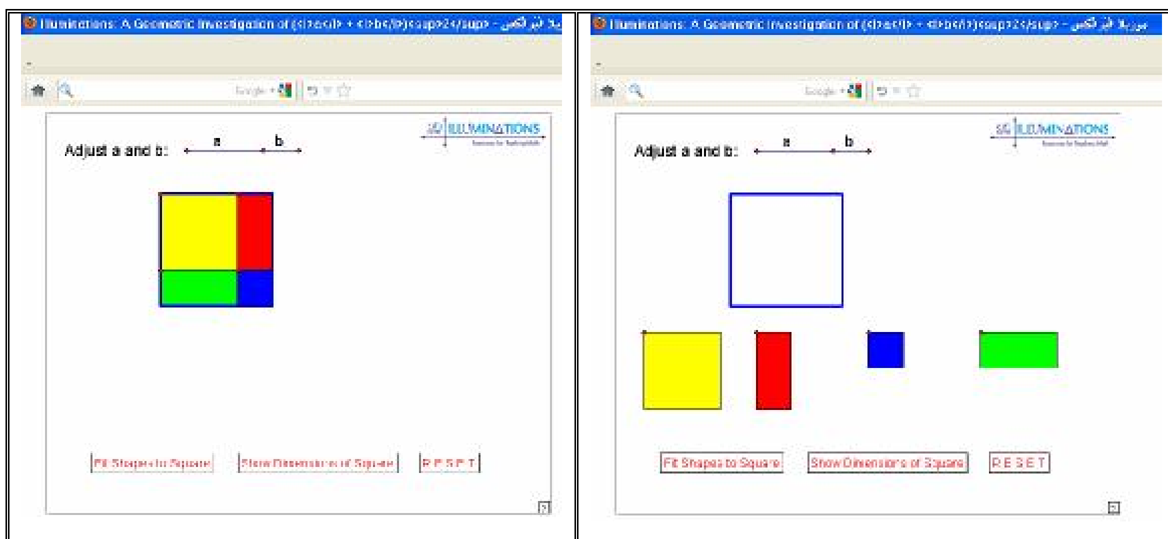
عنوان النشاط: استقصاء هندسي لتحليل المقدار (أ + ب)٢

المرحلة (٦-٨)

معيار المحتوى: الجبر

الهدف: تحليل المقدار (أ + ب)٢ بحيوية وتمثيل هندسي

التأثير الضوئي:



الشكل (٤)

التأثير الضوئي لتحليل المقدار (أ + ب)٢

طريقة التشغيل:

يحدد المتعلم طولي ضلعي المربعين (أ٢، ب٢)، ونتيجة لذلك تختلف مساحات الأشكال الهندسية التي تمثل (أ٢، ب٢، أ ب)، ومن ثم يضغط المتعلم على مفتاح " تطابق "، وتتحرك الأشكال لتعبأ المربع ذي الأضلاع زرقاء اللون، وبذلك يستنتج المتعلم أن:

(أ + ب)٢ = أ٢ + ب٢ + ٢ أ ب

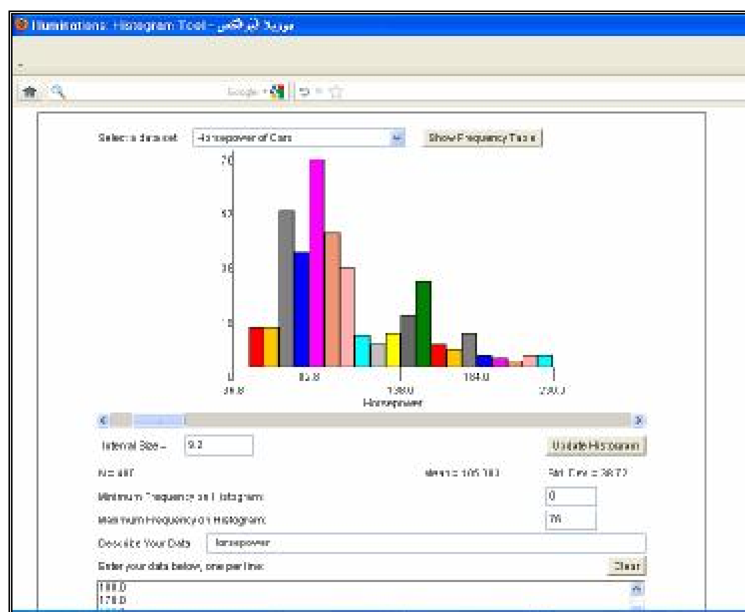
مثال (٤):

عنوان النشاط: تمثيل البيانات بالأعمدة

المرحلة: ٣-١٢

معيار المحتوى: تحليل البيانات والاحتمالات

التأثير الضوئي:



الشكل (٥)

التأثير الضوئي لتمثيل البيانات بطريقة الأعمدة

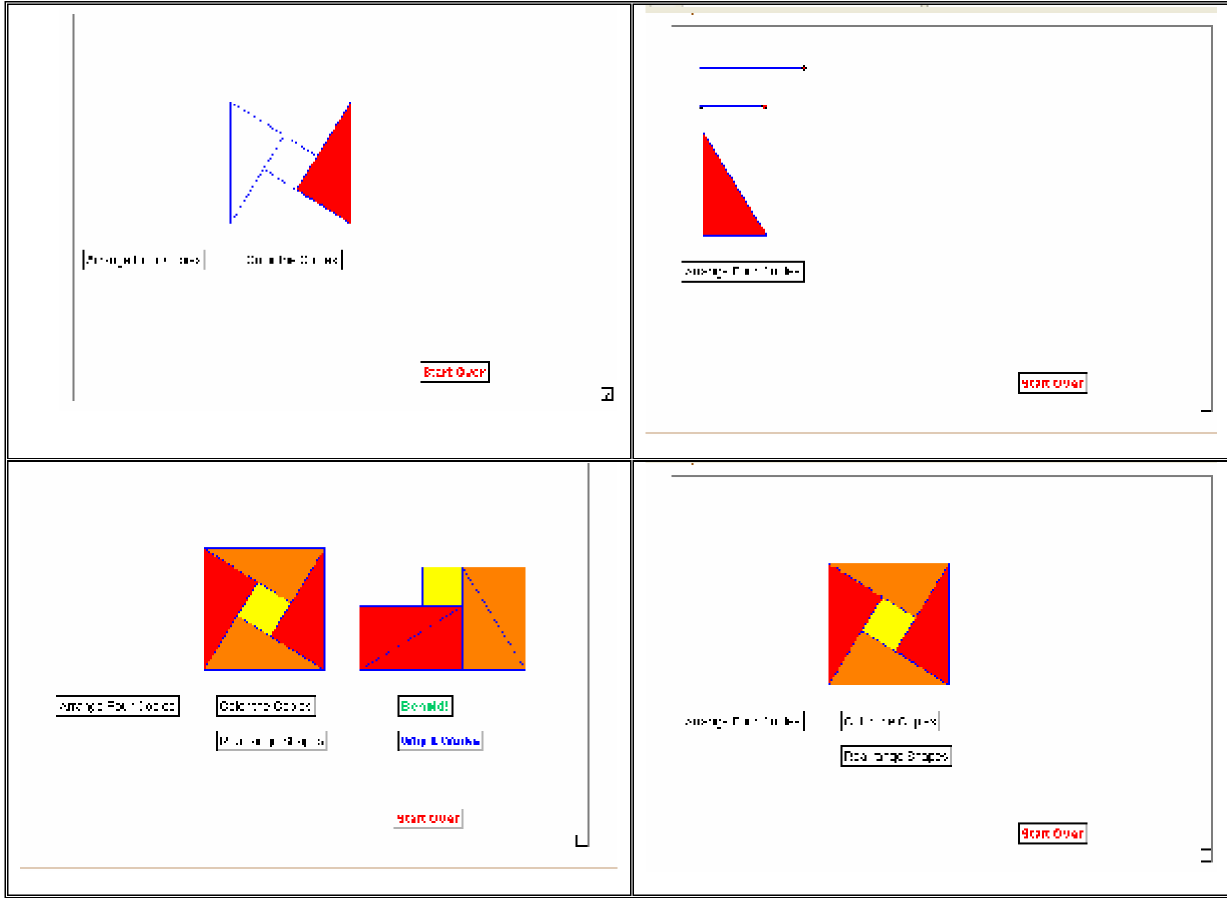
طريقة التشغيل:

يستطيع المتعلم أن يمثل بيانات جاهزة، ويقرأ معطياتها ونتائجها، أو يقوم بكتابة بيانات خاصة من عنده، ويستقصي مقاييس النزعة المركزية والتشتت المرتبطة ببياناته.

ونظراً لاعتماد التأثيرات الضوئية على لغة جافا Java وبرمجية فلاش Flash، فيحسن توضيح مفهوميهما، وهما كما يلي:

لغة جافا Java :

تُعد لغة جافا من أهم التطبيقات المساعدة التي تخدم الرياضيات، وغيرها من العلوم عن طريق إيجاد بيئة اليكترونية تفاعلية من خلال الصوت والصور والرسوم المتحركة. وباستخدام الجافا يمكن تصميم تطبيقات ديناميكية تساعد على فهم البرهان الرياضي، والمفاهيم الرياضية (العاني والحمامي، ٢٠٠٨)، ومن بين تطبيقات استخدام جافا برهان "نظرية فيتاغورس" حيث يتم تحريك المربعات المقامة على ضلعي المثلث القائم الزاوية وتطبيقها على مساحة المربع المنشأ على الوتر، وهذا ما يشير إليه الشكل (٦).



الشكل (٦)

استخدام لغة جافا في برهان نظرية فيثاغورس

برمجية فلاش:

مع انتشار الصور المتحركة والتفاعلية المصممة، قدّمت شركة Macromedia برمجية فلاش Macromedia Flashلمساعدة مطوري الويب على بناء مواقع تفاعليّة ديناميكية (Dynamic) يمكنها الاتصال بقواعد البيانات والقيام بمعظم ما تقوم به الأدوات الأخرى، ولكن بالطبع مع وجود التأثيرات الخاصة بالفلاش مما يضيف للموقع صورة جاذبة وانطباع خاص. وقد أمكّن استخدام فلاش في تحسين تقديم الأشكال والمجسمات الرياضية، وإضافة تأثيرات حركية عليها (فينكلشتاين، ٢٠٠٨).

حلّ المسألة الرياضية

اهتم التربويون في مجال تدريس الرياضيات كثيراً في دراسة حل المسألة الرياضية والمتغيرات المرتبطة بها، إذ إنّ القدرة على حلّ المسألة الرياضية تُعد من أهم المهارات التي يجب أن يتقنها الطلبة، إذ يرتبط حلّ المسألة الرياضية ارتباطاً مباشراً بالطريقة العلمية لحل

المشكلات، ويرى المجلس الوطني لمعلّمي الرياضيات أن حلّ المسألة الرياضية هو قلب الرياضيات وجسرها على الحياة (NCTM, 2000).

ويعرّف أبو زينة (٢٠١٠: ٩٥) المسألة الرياضية بأنها " موقف جديد يواجه الطالب وليس له حلّ جاهز، فيحتاج منه أن يفكر فيه ويحلله، ومن ثم يستخدم ما تعلّمه سابقاً ليتمكن من حلّه".

كما يعرّفها عباس والعبسي (٢٠٠٩: ١٠٢) بأنها " موقف رياضي أو حياتي جديد يتعرض له الطالب ولا يوجد له حل جاهز في حينه، فيفكر في حلّه ويستخدم ما تعلّمه سابقاً ليتمكن من حله".

ويعرف فالي و كيلي وبورتر وفونزي (Vallee, Kelly, Porter & Fonzi , 2007: 12) المسألة الرياضية بأنها "موقف جديد ومربك للطالب ولا يعرفه من قبل، كما أنه لا تتوفر لديه إجابة جاهزة أو حلّ مسبق لهذا الموقف، ويثير هذا الموقف تحدياً أمام الطالب بحيث يقوم بتطبيق مجموعة من الاستراتيجيات لحله".

مما سبق يخلص الباحث إلى أن المسألة الرياضية موقف غير روتيني يواجه المتعلّم ويثير أمامه تحدياً للتفكير واتباع الخطوات العلمية والرياضية المنطقية لحلّ المسألة، وخلال التطبيق العملي لحل المسألة فإن الطالب يمارس مهارات التفكير المختلفة ويستعين بما تعلمه سابقاً من مفاهيم وتعميمات وخوارزميات ومهارات.

أهمية حلّ المسألة الرياضية:

تبرز أهمية حل المسألة الرياضية كونها جزءاً أساسيا في تعلم الرياضيات. ففي حياة الفرد اليومية أو في مكان العمل أو في المدرسة يمكن للقدرة على حل المسألة الرياضية أن تنمي مهارات أخرى لدى الفرد مثل مهارات التفكير الناقد والعليا، ويمكنها أن تثير دافعيته نحو تعلم الرياضيات ودراستها. ولابد من القول أن حل المسألة الرياضية ليس فقط أحد أهداف تعلم الرياضيات فحسب، بل هي جانب أساسي من جوانب تعلّم الرياضيات لذلك يجب ألا تتم بمعزل عن المنهاج بل يجب أن تكون أحد مكوناته الأساسية (Chapman, 2010).

ويذكر نانوكاوا (Nunokawa, 2005) أن أهمية حل المسالة الرياضية تكمن فيما يلي:

١) أنها العملية التي يتعلّم الطالب بواسطتها مفاهيم جديدة، وقد تكون وسيلة ذات معنى للتدريب على المهارات الحسابية، والجبرية، والهندسية.

٢) يمكن للمسألة الرياضية أن تدرب الطالب على كيفية توظيف المفاهيم والمهارات في أوضاع ومواقف جديدة.

٣) تمكن الطالب من اكتشاف معارف جديدة وهي وسيلة مثالية لإثارة الفضول الفكري والتقصّي والاستطلاع.

كما يشير مريزيق ودرويش (٢٠٠٨) أن أهمية حلّ المسألة الرياضية تكمن في الجوانب التالية:

١) تطبيق التعميمات والقوانين في مواقف جديدة.

٢) تكسب المفاهيم الرياضية معنىً ووضوحاً لدى الطالب.

٣) وسيلة للتدريب على المهارات الحسابية.

٤) تنمي أنماط التفكير عند الطلبة.

٥) تزيد من تحصيل الطلاب وتنمي اتجاهاتهم الإيجابية نحو الرياضيات.

٦) تنمي دافعية الطلاب نحو تعلم الرياضيات.

إضافة إلى ما سبق تبرز أهمية حلّ المسالة الرياضية في كونها حلقة الوصل بين الرياضيات، وبين ممارسة الطالب لأساليب حل مشكلات حياته اليومية، وهي في الغالب تحديات تبرز أمام الطالب خارج الصف. كما أن تطبيق عدد من الاستراتيجيات لحل المسألة سوف يدرب الطالب على حل كم أكبر من المسائل الرياضية وخصوصاً المعقدة منها، لأن ذلك يفيد في جذب انتباه الطلبة إلى استراتيجيات حلّ المسألة، وينمّي لديهم مهارات التفكير العليا، وتطويع ذلك في مواجهة مشكلاتهم الحياتية والمستقبلية وانتقال أثر التعلّم ليصبح التعليم منتجاً وذا معنى.

وتمرّ المسألة الرياضية بمجموعة من الخطوات في حلّها، أشار إليها أبو زينة (٢٠١٠) على النحو الأتي:

الخطوة الأولى: فهم المسألة:

وتتطلب من المعلّم توفير فرصة كافية للطلاب على التعرف إلى المسألة عبر قراءتها قراءة واعية أكثر من مرة، ويفضل أن تكون من الطلاب أنفسهم، كما يجب وضع المسألة في إطار مشكلة متكاملة محددة، ومن ثم العمل على تحليل المسألة إلى عناصرها وتبين المطلوب منها.

الخطوة الثانية: التخطيط للحل

وهي من أصعب خطوات حلّ المسألة، لذلك يمكن للمعلم – أحياناً - أن يساعد الطالب في الحصول على فكرة لحلّ المسألة؛ وذلك بطرح العديد من الأسئلة وتقديم توجيهات عامة، ويجب أن تكون هذه الفكرة مبنية على خبرات سابقة ومعارف مكتسبة، ويقوم المعلم بتوجيه الطلبة إلى الخبرات ذات العلاقة والمسائل ذات الصلة بالمسألة المراد حلّها.

الخطوة الثالثة: تنفيذ خطة الحل

بعد وضع خطة الحل، يبقى تنفيذ هذه الخطة، ومما يلاحظ بأن الطالب قد ينسى الخطة التي سيتبعها في الحلّ وذلك إذا كان تدخل المعلّم في ابتكار الخطة كبيراً. أما إذا كان قد توصل إلى الخطة بنفسه وبمساعدة بسيطة من المعلم فليس من السهل أن ينساها الطالب. وعند تنفيذ الخطة يجب أن يقتنع الطالب بصحة كل خطوة من الحل.

الخطوة الرابعة: مراجعة الحل

بعد الانتهاء من حلّ المسألة يجب على الطالب إعادة النظر في الحل وما توصل إليه؛ وذلك لكي تزداد معلوماته تركيزاً ويزداد مقدرة على حلّ المسائل، فقد يعدّل في الحل أو يتوصل إلى فهم أعمق.

استراتيجيات حل المسألة الرياضية

يشير أبو زينة وعبابنة (٢٠٠٧) إلى أن انتقاء مسألة رياضية جيدة وحلّها لا يكفي لتنمية قدرات الطلاب على حلّ المسألة، إذ يتوجب على المعلّم أن يوجه اهتمام الطالب إلى ضرورة التفكير والتأمل في المسألة التي تواجهه قبل أن يقوم بخطوات عشوائية لمحاولة حلّها.

وهناك عدد من الاستراتيجيات التي يمكن استخدامها في حلّ المسألة الرياضية، ومنها (المليجي، ٢٠٠٦؛ Perez, 2007; Krulik, 2004):

١) **استراتيجية المحاولة والخطأ:** وتقوم هذه الاستراتيجية على أساس التخمين؛ فالطالب يقوم بتخمين الحل ويخضعه لعملية الاختبار، فإن ظهر خطأ الحل المقترح يتم استبعاده ويلجأ الطالب إلى محاولة جديدة.

٢) **استراتيجية عمل قائمة منظّمة أو جدول:** ويتم في هذه الاستراتيجية تنظيم المعلومات الواردة في المسالة الرياضية في قائمة منظمة أو جدول، إذ يساعد هذا التنظيم الطالب على إدراك العلاقات والأنماط بين المعلومات مما يسهّل عليه حلّ المسألة الرياضية.

٣) **استراتيجية البحث عن نمط:** ويتم تطبيق هذه الاستراتيجية في حال توفر نمط معين للأعداد والأشكال الموجودة في المسألة، حيث إن معرفة الطالب للقاعدة التي تكوّن هذا النمط تساعده في حلّ المسألة.

٤) **استراتيجية حلّ مسألة أبسط:** وتستخدم هذه الاستراتيجية عندما تكون المسألة الرياضية صعبة أو معقدة، نظرا لوجود عدد كبير من الأرقام فيها، أو لأن حلها يتطلب عدداً كبيراً من الخطوات، وهنا يتم تقسيم المسألة إلى مسائل أسهل في أرقامها وخطواتها.

٥) **إستراتيجية الحل بطريقة عكسية:** تتدرج المسالة بخطوات متسلسلة ومتتابعة تخبر الطالب ماذا حدث في نهايتها وتطلب منه معرفة ماذا حدث في بدايتها، وهنا يجب العمل بصورة عكسية حيث يبدأ الطالب بالحل من نهاية المسألة خطوة خطوة حتى يصل إلى القيمة الابتدائية المطلوبة.

٦) **إستراتيجية الحذف والاستبعاد:** وتقوم هذه الإستراتيجية على تخمين مجموعة من الحلول، ثم يقوم الطالب بحذف الحلول غير الممكنة واستبعادها، ويعتمد في ذلك على المعلومات المتضمّنة في المسألة.

٧) **إستراتيجية التبرير المنطقي:** ويشترط في تطبيق هذه الإستراتيجية معرفة طريقة ربط الحقائق المعطاة في المسألة مع بعضها بعضاً، وإيجاد العلاقات فيما بينها، ثم العمل بخطوات مبررة من أجل الوصول إلى الحل، وعلى الطالب أن يتجنب القيام بافتراضات خاطئة أو استنتاجات غير مبررة أو غير معقولة.

٨) **استراتيجية البحث عن معادلة أو قانون ما:** تستخدم هذه الاستراتيجية عندما يكون هناك إمكانية لاستخدام المتغير للدلالة على المجهول وتشكيل معادلة، وتتطلب هذه المعادلة حلاً من خلال إيجاد قيمة المتغير الناتج، ويعدًّ ذلك حلاً للمسألة.

٩) **استراتيجية عمل نموذج أو رسم شكل:** تطبق هذه الاستراتيجية عندما تتوفر إمكانية التعبير عن المسألة أو برسمها من خلال نموذج، فتمثيل المسألة بصورة جديدة يسهل عملية حلها.

١٠) **استراتيجية التمثيل بالشجرة:** وتتمثل هذه الإستراتيجية بعملية التفكير في حلّ المسألة الرياضية، على أساس وجود شجرة ذات أفرع متعدّدة تمثل فكرة الحل أو الأفكار المقترحة للحل، وهنا يتم حصر كل الأفكار الرئيسية المتعلقة بحلّ المسألة.

١١)**إستراتيجية حساب الحالات جميعها:** ومن خلال هذه الإستراتيجية يقوم الطالب بحساب كل الحالات حتى يصل إلى النتيجة، وعندما لا يقوم الطالب بحساب جميع الحالات فإن طريقته في الحل سوف تفشل. وتتبع هذه الإستراتيجية بكثرة في الحياة اليومية ومن أمثلتها تعدد خيارات شراء صنف وأحد، خاصة عندما تتفاوت الأثمان، فالفرد سوف يقوم بحساب الثمن والجودة والكمية وجميع المتغيرات الأخرى المتعلقة بالسلعة للوصول للخيار المعقول أو الخيار الأمثل.

القدرة المكانية:

القدرة المكانية هي تصور الأشكال الهندسية في أوضاع مكانية مختلفة، وتتمثل في القدرة على تناول، ودوران، ولف، وتحويل مثير مقدّم على شكل صورة (عابد، ١٩٩٦)، وعلاقة الأجزاء المختلفة في الشكل الهندسي بعد أن يتغير وضعها المكاني كما في حلّ المسائل والتمرينات الهندسية، فعندما يُراد إثبات أن مثلثين يتضمنهما شكل مرسوم متطابقان، يتم تصوّر تغير وضع الأول لينطبق على الثاني (المالكي، ٢٠٠٧)

ويعرّف المجلس الوطني لمعلّمي الرياضيات NCTM القدرة المكانية للأشكال الهندسية بأنها: "الشعور البديهي والإدراك بالأشكال والفراغ، ويتضمّن الإدراك القدرة على التعرف، والتصور، والتمثيل، وتحويل الأشكال الهندسية. وهو يخص أيضاً المواضيع الأقل تقليدية في الهندسة المستوية مثل طي الورق، التحويلات الهندسية (كالانعكاس والدوران والإزاحة) التبليط، والإسقاط (NCTM, 2000).

ويُعرف أحمد (٢٠١٠) التصوّر البصري المكاني بأنه القدرة على تقدير حجم الشيء، وشكله وتوجهه وأبعاده اعتمادا على الهاديات البصرية، بحيث يستطيع الفرد الإجابة عن أسئلة محددة عن الأشياء المجسمة عندما تقدم لهم ممثلة بأشكال ثنائية البعد.

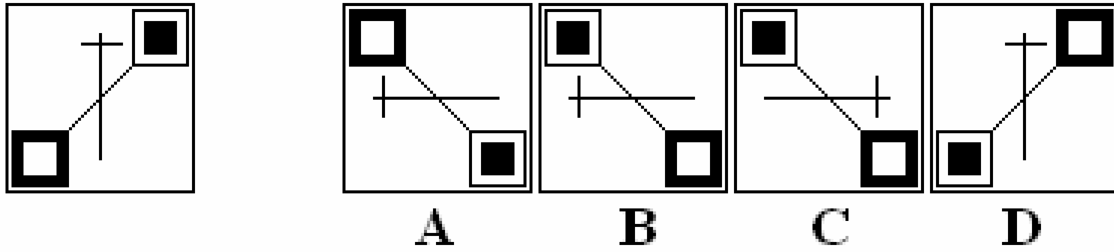
ويرى بركات (٢٠٠٦) أن التصور البصري المكاني يتمثل في استطاعة الفرد القيام بمجموعة من الأنشطة البصرية التي تتضمن إدراك العلاقات بين مجموعة من الأشياء، أو تصور هذه الأشياء عند النظر إليها من جوانب مختلفة أو تثبيتها أو إداراتها في بعدين أو ثلاثة أبعاد.

وتتمثل مهارة التصور البصري المكاني في القدرة على استقبال الصور والتفكير فيها والتعرف إلى الشكل والفراغ وما يتضمنه من ألوان وخطوط ورسوم، ونقل الأفكار البصرية والمكانية من الذاكرة واستخدامها لبناء المعاني (Bednarz & Lee, 2011).

ويرى الباحث بأن القدرة المكانية نشاط ذهني معرفي يتميز بالتصور البصري المكاني لحركة الأشكال والأجسام في الفضاء، ويعتمد على إدراك العلاقات الهندسية بين الأشكال والمجسمات، وتحويل الشكل أو المجسم لتنظيم بصري آخر، أو إحداث بعض التغيرات في الأشكال المدركة بصريا.

أمثلة على القدرة المكانية

من أبسط الأمثلة على القدرة المكانية، هو معرفة الطالب بالجهات الأربع، وقدرة الطالب على معرفة موضعه في المكان الذي هو فيه، والعلاقة بينه وبين أجسام (مبان، وطرق، وأماكن)، وبين هذه الأجسام فيما بينها. ولعبة المتاهة هي من أهم الألعاب التي يمكن من خلالها تموضع الطالب في المكان، وقدرته على إدراك العلاقات المكانية، وفيما يلي عدد من الأمثلة لتوضيح معنى القدرة المكانية أو القدرة على إدراك المكان، والشكل (٧) يتضمن مثالاً على القدرة المكانية التي تتطلب معرفة الشكل المطابق



الشكل (٧)

مثال على القدرة المكانية يتطلب معرفة الشكل المطابق للشكل على اليسار

أهمية القدرة المكانية

إن الهندسة علم دراسة العلاقات المكانية، وهي العلاقات التي تُميّز المكان ثلاثي الأبعاد (طول، وعرض، وارتفاع)، ففي الملاحة البحرية والبرية والجوية، وفي الهندسة المعمارية، كما في الفن، فإن الخيال الذهني للأجسام والعلاقة بينها، أمر لابد منه، فالمهندس يرى واجهة بيت، ويستطيع أن يتخيل كيف يبدو البيت من الخلف أو من الجانب (Kondor, 2007).

وفي الحساب فإن تصوير الأفكار الحسابية وإعطائها صورا حسية مكانية يُعد تحسين تعليمي وتطوير لمفاهيم المتعلم، فمثلا تُصوَّر عملية الضرب على أنها قياس مساحة المستطيل، وحلول

مجموعة من المتباينات تُصور بواسطة تقاطع مجموعات الحل على محور الأعداد، ولذا فلا يمكن عزل الاستدلال المكاني عن التفكير أو الاستدلال التحليلي (Bektasli, 2006).

القدرة المكانية وتعليم الرياضيات

يتركز تعليم الهندسة في المدرسة الأساسية على الأشكال، وتصنيفها، وصفاتها، ويتركز في المدرسة الثانوية على الجانب النظري الاستقرائي لعلم الهندسة، بما يمثله من نظام البديهيات، والاصطلاحات الأساسية، والنظريات، والبراهين والاستنتاجات (عابد، ١٩٩٦). وعلى الرغم من أهمية هذه الدروس في المرحلتين، إلا أنها ومن جهة أخرى تبدو محدودة، وتحد من تفكير الطالب وفهمه الحقيقي للواقع الهندسي في العالم الذي يعيش فيه؛ فتطابق المثلثات قد لا يشكل شيئاً في العالم الهندسي الحسي، وكذلك مماس الدائرة وعلاقتها بالأوتار لا تحتل جزءاً مهماً في الحياة اليومية أو العملية، كبناء البيوت أو تنظيم الحدائق أو شق الطرق. ومن أجل تعميق إحساس الطالب الهندسي، فان عليه أن يتعرض إلى أمثلة متنوعة في الهندسة في جميع مستويات تعليمه ومراحلها، واستعمال الأدوات والمواد التي يتم المحاكاة فيها وفق ما يجري في الطبيعة، مثل المكعبات في البناء، أو اللوحة الهندسيةGeoboard ، والتانغرامTangram ، والبرامج التعليمية الهندسية في تمثيل عمليات البناء والرسم والتصميم والتشكيل (McNulty, 2007).

ويرى الباحث أن القدرة المكانية قد تلعب دوراً كبيراً في رسم الأشكال الهندسية وبناء المجسمات، ولذلك فإن تنميتها قد يفيد في تحسين تعلّم الطلبة للهندسة أو التعبير بالرسم وبالنماذج عن الرموز والتعبيرات الجبرية.

مكونات القدرة المكانية:

لا تقتصر القدرة المكانية على مهارة واحدة أو بُعد واحد، بل هي مجموعة من المهارات والقدرات الفرعية، منها (Hauptman, 2010):

أ – ملاءمة العين والحركة Eye – motor coordination

وهي القدرة على ملاءمة حاسة البصر مع حركة الجسم أو حركة اليد، مثلا عندما يُطلب من المتعلمين أن يصلوا بين مجموعة من النقاط، أو أن يتبعوا مسيرة خط معين، أو حين يطلب منهم تظليل أجزاء من صورة أو تلوينها (Bednarz & Lee, 2011).

ب – إدراك شكل – خلفية Figure– ground perception

وهي القدرة على تمييز شكل بين أشكال متداخلة. فمثلا عندما يُرسم القطران في المستطيل، فإنه يمكن الحصول على أكثر من 4 مثلثات هي المثلثات المنفصلة الظاهرة للعيان. كذلك تتضمن هذه المهارة، إكمال شكل حسب أنموذج مُعطى و تركيب صورة من أجزائها (Yuda, 2011).

ج – الاتساق الإدراكي Perceptual constancy

وهي القدرة على الإدراك أن الشكل لا يُغيّر صفاته أو ماهيته، حتى لو تغيّر موضعه أو تغيّرت زاوية الرؤية التي يُنظر بها إلى الشكل، وهي قضية عالجها "بياجيه" عندما تحدث عن حفظ الكمية، فعندما وضع "بياجيه" نفس الكمية من الحبر السائل في أنبوبين، أحدهما سميك والآخر دقيق، ارتفع الماء في الأنبوب الدقيق أكثر مما ارتفع في السميك، بحيث ظنّ الأطفال أن كمية المياه في الأنبوب الدقيق هي أكبر.

وفي الهندسة يرى الأطفال المربع في "وضعه الطبيعي" عندما يكون موضوعاً أفقيا، أما إذا كان "واقفا" على واحد من رؤوسه، فقد يرونه معيّناً، وملعب كرة القدم وهو مستطيل الشكل يبدو عند رؤيته من الخارج من جهة المرمى شبه منحرف، وقد يُشاهد من زاوية أخرى متوازي أضلاع، وكذلك الحال عند رسم مكعب، فإن البداية تكون برسم متوازي أضلاع كقاعدة لهذا المكعب، بينما القاعدة الحقيقية هي مربع. وفي الهرم تبدو الأضلاع من الجهة البعيدة في الرسم أقصر من الأضلاع القريبة، دون أن يعني ذلك أنها أقصر بالفعل. والذين يمتلكون هذه القدرة أو يكتسبونها عن طريق المران والتدريب، يسهل عليهم تخيل شكل مجسم ما بعد نقله، أو تدويره، أو إجراء بعض التغييرات عليه. وعلى سبيل المثال تكوين شبكة مجسم مثل المكعب أو الهرم، وهي الصورة الهندسية المستوية التي يتم الحصول عليها عند تفكيك سطح المجسم وجعله في مستوى واحد. ومن الأمثلة الأخرى هي طي ورقة مرة واحدة أو أكثر، ثم ثقبها في موضع واحد، وإعادة فتحها، ولذا فإن القدرة الهندسية تتحسن مع سلسلة من التغييرات المكانية المحسوسة (Hauptman, 2010).

د - إدراك العلاقات في الفراغ Perception of spatial relationships

وهو القدرة على رؤية جسمين أو أكثر بالنسبة لجسم ثابت، أو بالنسبة إلى أحدهما للآخر، وكمثال على ذلك عندما يطلب من طالب أن يكمل أنموذجا ما، فإن عليه أن يرسم صورة ذهنية للعلاقة المكانية التي تربط الأشكال بعضها ببعض.

هـ – القدرة على التمييز البصري Visual discrimination

وهي القدرة على التمييز البصري للأشياء التي يراها الفرد والمقارنة بينهـا، وخصوصا عندما تكون هذه الأشياء متشابهة. وبعكس المهارات السابقة، فإن هذه المهارة غير متعلقة بصورة مباشرة بالمكان أو بالعلاقات المكانية.

و - إدراك الموضع في المكان أو التموضع في المكان Perception position – in – space

وهي قدرة الفرد على إدراك مواضع الأشياء بالنسبة له، ففي حالات كثيرة لا ينجح المتعلمون في تحديد موضع أو مكان بالنسبة إلى موقعه، لعدم نمو حس العلاقة الوضعية بينهم وبين الأماكن، أو بين الأماكن بالنسبة لهم، وغالباً ما يعيش هؤلاء في المكان محليا، أي أنهم يعرفون كيف يذهبون إلى المدرسة أو النادي أو المحال التجارية، ولكن العلاقة بين هذه المواضع من حيث الأبعاد والجهات قد لا تعني لهم الكثير.

ويتعلم الأطفال في المرحلة الأساسية الدنيا أنهم إذا أداروا وجوههم ناحية الشمال، فان الشرق سيكون على يمينهم، والغرب على يسارهم، ولكنهم إذا سُئلوا أين سيقع الشرق والغرب لو أداروا وجوههم ناحية الجنوب، لما استطاعوا الإجابة، ولكن طلابا أكبر عمراً قد يستطيعون الإجابة عن مثل هذا السؤال (Tuan, 2011).

ز – الذاكرة البصرية Visual memory

وهي القدرة على تذكر صور أشياء شوهدت سابقاً، والاحتفاظ بهذه الصور لفترة طويلة، وتشمل هذه الذاكرة تفاصيل هذه الأشياء وموقعها وترتيبها فيما بينها، مثلا القدرة على تذكر الأشياء الموضوعة على رف وترتيبها بعد أن تكون غابت عن العين. وفي المقابل يصعب على بعض الأفراد تذكر وجوه ناس قابلوهم وعرفوهم، ويوصف الأفراد الذين يملكون مثل هذه القدرة بأنهم أصحاب ذاكرة فوتوغرافية، ويستطيع هؤلاء الأفراد استظهار ما جاء في صفحة كتاب كلمة بكلمة. ويبدو أن معظم الأفراد يتذكرون الأشياء عن طريق ربطها بصور حية، وهم يحتفظون بهذه الصور زمنا طويلا؛ ولذلك يملك أصحاب الذاكرة البصرية ذاكرة قوية (Ferguson, Ball, McDaniel, & Anderson, 2008).

ويُصنّف عابد (١٩٩٦) القدرة المكانية إلى نوعين رئيسين هما: التصور (Visualization)، والتوجيه (Orientation)؛ إذ يمكن تعريف التصور المكاني بأنه القدرة على تناول، ودوران، ولف، وتحويل مثير مقدم على شكل صورة، أما التوجيه المكاني فهو القدرة على إدراك ترتيب عناصر ضمن مثير لنموذج مرئي، والمقدرة في التحكم مهما تغيرت الهيئة المكانية للمثير.

وعليه فإن ثمة من يشير إلى أن كلا من التصور المكاني والتوجيه المكاني يتطلب على حد سواء القدرة على دوران النماذج ذهنياً، كما يتطلب ذاكرة بصرية (Visual Memory) ذات طبيعة قصيرة الأجل، هذا إضافة إلى أن التصور المكاني يحتاج إلى إجراء سلسلة من العمليات المتتابعة.

ويعتقد الباحث أن اختلاف تصنيفات القدرة المكانية، إنما ينمّ عن تفسيرٍ أفضل لكيفية تعليمها وتدريسها، فاختلاف مهاراتها يعني ضرورة التدّرج في تدريسها، وتعريض المتعلّم لمواقف تصور مكاني متعددة، مما قد يسهم إيجاباً في تطوير مستوى التفكير الهندسي لديه، وبالتالي فقد تتحسن قدرته على تعلّم الهندسة والتمثيلات والتجسيدات خاصة والرياضيات عامة.

ثانياً: الدراسات ذات الصلة:

اطّلع الباحث على عدد من الدراسات ذات الصلة باستخدام برمجيات حاسوبية في تعليم الرياضيات وتعلّمها، وتأثيرها في حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى الطلبة ومتغيرات أخرى تتعلق بالطالب، وفيما يلي عرض لهذه الدراسات:

تقصّت دراسة بدر (٢٠٠١) أثر استخدام الحاسوب في التدريب في حلّ المشكلات الرياضية في تنمية قدرة طالبات قسم الرياضيات بكلية التربية بمكة المكرمة على حل هذه المشكلات وتكوين اتجاه إيجابي نحو الرياضيات. ولتحقيق ذلك، فقد اتبعت الباحثة تصميماً تجريبياً يعتمد على مجموعتين ضابطة وتجريبية، وعدد أفرادهما (٦٧) طالبة في قسم تعليم الرياضيات في جامعة أم القرى، وتمّ جمع البيانات من خلال اختبار لحل المشكلات الرياضية ومقياس للاتجاه نحو الرياضيات. وأشارت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين متوسط درجات الطالبات اللواتي استخدمن الحاسوب في التدريب على حل المشكلات الرياضية والاتجاه نحو الرياضيات ومتوسط درجات الطالبات اللواتي لم يستخدمنه لصالح الطالبات اللاتي استخدمن الحاسوب.

واستخدمت دراسة مانوتشيهري (Manouchehri, 2004) برمجية تفاعلية في تعليم الجبر لدعم تدريسه في كلية مجتمع في بوسطن بالولايات المتحدة الأمريكية، ولتحقيق هدف الدراسة، فقد طُبّقت برمجية نوكالك NuCalc ولمدة ثلاثة أسابيع في تدريس مادة الجبر، وتم قياس فاعلية البرمجية من خلال تفاعل المجموعة، والاستقصاء الرياضي الذي يقوم به المتعلمون، وتفاعل المعلّم مع المتعلمين. وبعد استخدام المنهجين النوعي والكمي، خلصت النتائج إلى أن برمجية

نوكالك أسهمت كأداة في توسيع التفكير الرياضي لدى الطلبة، ودفعت الطلبة إلى الانخراط أكبر في مناقشات المجموعة، كما توصلت النتائج إلى أن البرمجية أثبتت أنها وسيلة لتبسيط المفاهيم الجبرية، وقد غيّرت من الثقافة الصفية بإحداث التفاعل بين المعلّم والطلبة.

وأجرى البيطار (٢٠٠٥) دراسة حول فعالية برنامج للتعلم الذاتي باستخدام الكمبيوتر لتدريس مقرر حساب الإنشاءات في تنمية التحصيل الدراسي والدافعية للإنجاز والقدرة المكانية لدى تلاميذ المرحلة الثانوية الصناعية في مصر. ولتحقيق هدف الدراسة فقد قام الباحث بإعداد برنامج للتعلم الذاتي باستخدام الكمبيوتر قائم على نمط التدريس الخصوصي واختبار تحصيلي، واختبار الدافعية للانجاز، واختبارات القدرة المكانية الثنائية والثلاثية والذكاء العام، ثم قام الباحث بتطبيق الاختبارات قبلياً على مجموعتي الدراسة ورصد النتائج، ثم درست المجموعة الضابطة الوحدات كما وردت بالكتاب المدرسي بينما درست المجموعة التجريبية الوحدات باستخدام برنامج للتعلم الذاتي باستخدام الكمبيوتر. وبعد ذلك تم إجراء التطبيق البعدي للاختبارات على مجموعتي الدراسة، وتم استخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لمقارنة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين ودلالتهما الإحصائية. وتوصلت الدراسة إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين المجموعتين الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي، والدافعية للإنجاز، والقدرة المكانية الثنائية، والقدرة المكانية الثلاثية لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

وقامت عيد (Eid, 2005) بدراسة أثر استخدام الانترنت على حلّ المسألة الرياضية وقلق الرياضيات في المدارس الأساسية في الكويت، مقارنة باستخدام الورقة والقلم في حلّ المسألة الرياضية. ولتحقيق هدف الدراسة، فقد طبقت الباحثة تجربتها في إحدى المدارس الخاصة في مدينة الكويت، من خلال اتباع منهج تجريبي، وتم توزيع الطالبات أفراد الدراسة في مجموعتين؛ الأولى ضابطة وضمت (١٧) طالبة، والأخرى تجريبية وشملت (١٤) طالبة، وخضعت المجموعة الضابطة لاختبار في حلّ المسألة الرياضية يُحل باستخدام الورقة والقلم، وخضعت المجموعة التجريبية لاختبار مماثل على الانترنت، وكذلك الحال لمقياس قلق الرياضيات. وقد أشارت النتائج إلى تقارب نتائج المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار حلّ المسألة الرياضية، ووجود درجة قلق رياضيات أدنى ودالة إحصائياً لطالبات المجموعة التجريبية من نظيراتهم في المجموعة الضابطة.

واستندت دراسة باشام (Basham, 2006) في تحسينها للقدرة المكانية على برمجية " كاد ثلاثية الأبعاد للنمذجة" 3-dimensional CADD modeling، فقد قام الباحث بتطبيق تصميم شبه تجريبي على مجموعتين ضابطة وتجريبية من طلبة الصف التاسع في ولاية ميسيسبي الأمريكية، وتعلمت المجموعة الضابطة وحدة الاستقصاء التكنولوجي بالطريقة التقليدية، بينما تعلمت المجموعة التجريبية الوحدة نفسها من خلال برمجية كاد، وطبّق الباحث اختبار بوردو للتصور الدوراني Purdue Visualization of Rotations قبلياً وبعدياً على المجموعتين، وأتت نتائج التجربة لتشير إلى تفوق طلبة المجموعة التجريبية على طلبة المجموعة الضابطة في القدرة المكانية.

وحلل لي وهولبيراند (Lee & Hollebrands, 2006) سلوك طلبة الصف الثامن أثناء حلّهم المسألة الرياضية من خلال تطبيقات جافا، ولاحظ الباحثان أنشطة الطلبة في صف الرياضيات، وقد هدفت الأنشطة إلى التحليل، والتخطيط، والتنفيذ، والتقويم، والتفسير، والتنظيم، ورمّز الباحثان المهمات التي قام بها الطلبة وفقاً لأهداف الأنشطة، وخلصت النتائج إلى أن غالبية تطبيقات جافا كانت داعمة للطلبة في حلّهم المسألة الرياضية، وأسهمت في تحقيق أهداف الأنشطة.

وهدفت دراسة تشانج وسانج ولين (Cheng, Sung & Lin, 2007) إلى تحسين التفكير الهندسي من خلال برمجية وسائط متعددة، ولتحقيق هدف الدراسة، فقد استخدم الباحثون برمجية جيوكال GeoCal والتي تعتمد في بنائها على مستويات فان هيلل Van Hiele في التفكير الهندسي، وهي الإدراك، والتعرف البصري، والوصف/التحليل، والتجريد/العلاقات. وكان أفراد الدراسة طلبة الصف الثاني الأساسي في إحدى المدارس التايوانية، وقد توزّعوا في مجموعتين ضابطة وتجريبية، وقد أشارت النتائج إلى تحسن مستويات التفكير الهندسي لدى طلبة المجموعة التجريبية مقارنة بطلبة المجموعة الضابطة ما عدا مستوى الإدراك.

وقاست دراسة توماس (Thomas, 2007) أثر اللعبة الرياضية الحاسوبية سيف كراكر SafeCracker على حلّ مسائل رياضية وعلى الدافعية نحو الرياضيات، واتبع الباحث تصميماً

تجريبياً على مجموعتين ضابطة وتجريبية عدد أفرادهما (٧٧) طالباً، وتم تـدريس المجموعـة التجريبية وفق اللعبة الحاسوبية الرياضية، ودرست المجموعة الضابطة وفق الطريقة التقليديـة، وبعد تطبيق اختبار في حلّ المسألة الرياضية ومقياس للدافعية. أظهرت النتائج قدرة أكبر لـدى طلبة المجموعة التجريبية على حلّ المسألة الرياضية ودافعية أعلى من نظرائهم في المجموعـة الضابطة.

وأجرى بابادبولوس وداقدليلس (Papadopoulos & Dagdilelis, 2008) دراسة قاست أثـر استخدام الطلبة لأدوات تكنولوجية لتفسير المسألة الهندسية. ولتحقيق هدف الدراسـة فقـد قـام الباحثان باستخدام ثلاثة برامج حاسوبية هي الرسّام Paint، والحاسب الهندسـي (GeoComp)، وكابري Cabri في تعليم (٩٨) طالباً من طلبـة الـصفين الخـامس والـسادس فـي اليونـان استراتيجيات حسابية مثل تقدير المساحات، وحسابها، وتقسيم مساحة شـكل هندسـي، لتحـسين قدرتهم على تفسير المسائل الهندسية. وبعد إجراء الإحصاءات المناسبة، أظهرت النتائج زيـادة قدرة الطلبة على تفسير المسألة الهندسية، وتمثيلها ونمذجتها أيضاً.

واستخدمت دراسة سيو (Seo, 2008) برمجية ماث اكسبلورر Math Explorer فـي قياسـها أثر برمجيات الوسائط المتعددة على حلّ المسألة الرياضية الكلامية وتخطي صعوباتها لدى طلبة الصفين الثاني والثالث، واتبع الباحث تصميماً تجريبياً أولياً لمجموعة مكونـة مـن (٤) طـلاب تعلموا حلّ المسائل الرياضية الكلامية في الجمع والطرح، والمكونـة مـن خطـوة واحـدة أو خطوتين، من خلال برمجية ماث اكسبلورر. وبعد المعالجة التجريبية لمدة (١٨) أسبوعاً، أثبتـت النتائج تعلّم الطلبة دقة حلّ المسألة الرياضية الكلامية مقارنة بتلك الحلول التي اسـتخدموا فيهـا الورقة والقلم.

وبحثت دراسة إدريس (Idris, 2009) أثر البرمجيـة الهندسـية سـكتش بـاد جيـومتر Geometer Sketchpad على التحصيل في الهندسة وعلى التفكير الهندسي وفق مستويات فان هيلي Van Hiele، واستخدم الباحث تصميماً شبه تجريبي بمجموعتين ضابطة وتجريبيـة مـن (٦٥) طالب في مدرستين بماليزيا، وتعلّمت المجموعة التجريبيـة دروس الهندسـة باسـتخدام البرمجية لمدة (١٠) أسابيع، بينما تعلمت المجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية. وقد توصـلت

النتائج إلى أثر برمجية سكتش باد Sketchpad في التحصيل الهندسي وفي تنمية التفكير الهندسي وفق مستويات فان هيلل.

وتقصت دراسة بوس (Bos, 2009) أثر عناصر رياضية افتراضية على المعرفة الرياضية لطلبة الصف العاشر في ولاية تكساس في الولايات المتحدة الأمريكية، واتبعت الدراسة منهجاً شبه تجريبي، وتضمنت مجموعتين، إحداهما تجريبية وعدد أفرادها (٤٨) طالباً، والأخرى ضابطة مكونة من (٤٧) طالباً، وصمّم الباحث دروس الاقترانات التربيعية لطلبة الصف العاشر باستخدام الآلة الحاسبة الراسمةGraphic Calculators. وبعد إجراء المعالجات الإحصائية المناسبة، أثبتت النتائج أن استخدام التكنولوجيا حسّن من المستوى الأكاديمي للطلبة.

وهدفت دراسة بنتاس وكاملي (Bintas & Camli, 2009) إلى تعرّف أثر التدريس بمساعدة الحاسوب على نجاح الطلبة في حلّ مسائل رياضية على مفهومي المضاعف المشترك الأصغر، والقاسم المشترك الأكبر، واستمرت الدراسة لمدة (٥) أسابيع على (١٠٢) طالباً في الصف السادس في إقليم أزمير في تركيا، وُزعوا في مجموعتين ضابطة وتجريبية. وطوّر الباحثان برنامجاً حاسوبياً وفق برمجية فلاش Flash، وأعدّا اختباراً في حلّ المسألة الرياضية، ودرست المجموعة التجريبية دروس وحدة نظرية الأعداد باستخدام البرنامج الحاسوبي، بينما تعلّم أقرانهم في المجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية. وبيّنت النتائج تفوق المجموعة التجريبية التي درست بالبرنامج الحاسوبي على أقرانهم الذين درسوا بالطريقة الاعتيادية في حلّ المسائل الرياضية التي تضمنت مفهومي المضاعف المشترك الأصغر والقاسم المشترك الأكبر.

وتقصت دراسة عطية (٢٠٠٩) أثر استخدام الوسائط التعليمية في تدريس الهندسة على تنمية مهارات حلّ المشكلات الهندسية، وكذلك دراسة أثر استخدام الوسائط التعليمية في تدريس الهندسة على القدرة المكانية، وبحث العلاقة بين مهارات حلّ المشكلات الهندسية والقدرة المكانية، وتم اختيار أفراد الدراسة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الذين يدرسون هندسة التحويلات بسبب تدني مستوى هؤلاء التلاميذ في مهارات حلّ المشكلات الهندسية، وذلك من خلال نتائج الامتحانات الشهرية. وبلغ عدد أفراد العينة (٧٤) تلميذاً تم تقسيمهم إلى مجموعتين متكافئتين، وتم تطبيق أدوات البحث قبلياً (اختبار حل المشكلات الهندسية، واختبار القدرة المكانية)، ثم درست إحدى المجموعتين باستخدام الوسائط المتعددة (التجريبية)، ودرست الأخرى

بالطريقة الاعتيادية. وبعد الانتهاء من التدريس تم تطبيق أدوات البحث بعدياً. وبمعالجة النتـــائج إحصائياً تبين تفوق أفراد المجموعة التجريبية على أفراد المجموعة الضابطة في اختبار مهارات حلّ المشكلات الهندسية، حيث كانت الفروق دالة إحصائياً، كما تفوق أفراد المجموعة التجريبيـــة على أفراد المجموعة الضابطة في اختبار القدرة المكانية، وكانت الفروق دالة إحصائياً، كما وجد ارتباط دالّ بين مهارات حلّ المشكلة الهندسية والقدرة المكانية.

وقام ساها وأيوب وتارميزي (Saha, Ayub & Tarmizi, ٢٠١٠) بدراسة لقياس أثـــر استخدام برنامج جيوجبرا GeoGebra على تحصيل الطلبة في كوالالمبور بماليزيا من خـــلال توسيع تعلمهم لموضوع الإحداثيات الهندسية، واستخدمت الدراسة منهجاً شبه تجريبـــي، علـــى طلبة عددهم (٥٣) في المرحلة الثانوية، ووُزّع الطلبة في مجموعتين وفـــق قـــدراتهم المكانيـــة (مرتفعي القدرة المكانية، ومنخفضي القدرة المكانية)، ودُرّست المجموعة التجريبية التي ضـــمّت الطلبة منخفضي القدرة المكانية بواسطة برنامج GeoGebra، بينما درست المجموعة الضابطة مرتفعة القدرة المكانية بالطريقة الاعتيادية. وطُبّق اختبار للتحصيل ومقياس للقدرة المكانية علـــى المجموعتين، وأظهرت النتائج تحسّن تحصيل الطلبة ذوي القدرة المكانية المنخفـــضة، وكـــذلك ارتفاع القدرة المكانية لديهم.

وفحصت دراسة شيرفاني (Shirvani, 2010) أثر استخدام تكنولوجيا الحاسوب على أداء الطلبة متدنيّ التحصيل في ولاية تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية، وأجريت الدراســـة علـــى (١٢٧) طالباً في مستوى الصف الأول الثانوي، ووزّع الطلبة في مجموعتين إحداهما تجريبيـــة (٦٥) طالباً، والأخرى ضابطة شملت (٦٢) طالباً، وصممُ الباحث وحدة الجبر ببرامج حاسوبية، وأظهرت الدراسة تحسّناً ملحوظاً في أداء الطلبة الذين استخدموا البرامج الحاسوبية عن أقـــرانهم الذين درسوا بالطريقة الاعتيادية.

وهدفت دراسة هيان وأتسيوسي ومانـــسوره (Haiyan, Atsusi & Mansureh, 2010) إلى قياس أثر ألعاب رياضية حاسوبية حديثة على تحصيل الطلبة فـــي الرياضـــيات ودافعيـــتهم نحوها، وشارك في الدراسة (١٩٣) طالباً وطالبة، وتوزعوا في مجموعتين ضابطة وتجريبيـــة، وتبنّت الدراسة منهجاً كمياً شبه تجريبي بالإضافة إلى مقابلات مع معلمـــي الرياضـــيات الـــذين اشتركت صفوفهم في الدراسة. وأشارت الدراسة إلى تفوق طلبة المجموعـــة التجريبيـــة التـــي

تعلمت باستخدام الألعاب الحاسوبية على طلبة المجموعة الضابطة، كما تحسنت دافعيتهم نحو تعلم الرياضيات.

وتقصت دراسة كارال وسيبي وبكسين (Karal, Cebi & Peksen, 2010) أثر استخدام المحاكاة عن طريق شبكة الإنترنت في تحسين قدرة طلبة الصف الثامن على حلّ المسألة الرياضية والتغلب على الصعوبات التي تواجههم في ذلك، وقد شارك في التجربة (١٠) طلاب وتم تطبيق اختبار حل المسألة الرياضية المكون من (٢٠) فقرة، بالإضافة إلى إجراء مقابلات مع المشاركين في التجربة. وقد خلصت الدراسة إلى أن استخدام المحاكاة عن طريق شبكة الإنترنت قد ساعد الطلبة في فهم المسألة الرياضية وتفسير معناها.

وفحصت دراسة هارتر وكو (Harter & Ku, 2010) أثر تعليم الجوار الهندسي بالاعتماد على الحاسوب، على حلّ المسألة الرياضية الكلامية المكونة من خطوتين، واتبع الباحثان منهجاً تجريبياً، بمشاركة ٩٨ طالباً من طلبة الصف السادس في ولاية كولورادو، توزّعوا في مجموعتين ضابطة وتجريبية. وبعد إجراء التحليلات الإحصائية المناسبة، فقد أشارت نتائج الدراسة إلى زيادة قدرة طلبة المجموعة التجريبية في حلّ المسألة الرياضية الكلامية، مقارنة بنظرائهم في المجموعة الضابطة.

وأما دراسة هوبتمان (Hauptman, 2010) فقد قاست أثر استخدام برمجية الفضاءات الافتراضية Virtual Spaces على التفكير المكاني لطلبة في الصف العاشر، بلغ عددهم (١٩٢) طالباً توزّعوا في أربع مجموعات؛ استخدمت المجموعة الأولى برمجية الفضاءات الافتراضية مع أسئلة مضبوطة ذاتياً Self- regulating questions، واستخدمت المجموعة الثانية البرمجية لوحدها، بينما استخدمت المجموعة الثالثة الأسئلة المضبوطة ذاتياً، وتثبت المجموعة الرابعة كمجموعة ضابطة. وقد أشارت النتائج إلى تفوق المجموعة التي استخدمت برمجية الفضاءات الافتراضية مع الأسئلة المضبوطة ذاتياً في مستوى التفكير المكاني.

وتقصت دراسة كوسا وكاراكوس (Kosa & Karakos, 2010) أثر برمجية هندسية ديناميكية (كابري Cabri 3D) في تدريس الهندسة التحليلية، وطُبقت التجربة على (٢٤) معلماً يحملون درجة البكالوريوس في الرياضيات، ويلتحقون بمساق تدريبي في تعليم الرياضيات، وقد

أشارت النتائج إلى أن برمجية كابري كانت فعّالة في تدريس الهندسة التحليلية، إضافة إلى تسهيلها الفهم من خلال التمثيل، وذلك كما أفاد المعلمون.

وقاست دراسة كورتيولس وأويجان (Kurtulus & Uygan, 2010) أثر الأنشطة الهندسية القائمة على راسم جوجل (Google Sketch Up) في القدرة المكانية التصورية للطلبة المعلمين في تخصص الرياضيات. واستخدم الباحثان التصميم التجريبي باختبارات قبلية وبعدية ومجموعتين ضابطة وتجريبية، ولذلك فقد درست المجموعة الضابطة بالأسلوب الاعتيادي، بينما درست المجموعة التجريبية من خلال راسم جوجل لتمثيل الأشكال والمجسمات الهندسية. وطبّق الباحث اختبار سانتا باربرا Santa Barbara للقدرة المكانية للمجسمات الهندسية. وبعد تحليل النتائج، فقد تفوقت المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في اختبار القدرة المكانية.

وهدفت دراسة أقضى وحاميدي وراحيمي (Aqda, Hamidi & Rahimi, 2011) إلى مقارنة أثر التدريس المعتمد على الحاسوب وأثر التدريس التقليدي على إبداع الطلبة في الرياضيات، وذلك في مدارس مدينة طهران الإيرانية. ولتحقيق هدف الدراسة اتبع الباحثون تصميماً شبه تجريبي على مجموعتين ضابطة ونجريبية باختبار قبلي وبعدي، وتمثل الاختبار في مقياس تورانس للإبداع (نسخة ب) والمترجم إلى الفارسية. وأشارت النتائج إلى وجود فرق دال إحصائياً لصالح الطلبة الذين تعلّموا الرياضيات وفق التدريس المعتمد على الحاسوب.

وبحثت دراسة إرباس وينمز (Erbas & Yenmez, 2011) أثر الاكتشافات المعتمدة على الاستقصاء من خلال برمجية البيئة الهندسية الديناميكية (Dynamic Geometry Environment) في تحصيل طلبة الصف السادس الأساسي في فهم المضلعات وتطابقها وتشابهها. ولتحقيق هدف الدراسة فقد أُختير (٦٦) طالباً، ووزعوا في مجموعتين ضابطة وتجريبية، درست المجموعة الضابطة وفق الطريقة الاعتيادية، ودرست المجموعة التجريبية وفق الاستقصاء ببرمجية البيئة الهندسية الديناميكية. وبعد إجراء الاختبار البعدي في التحصيل، أشارت النتائج إلى تفوق واضح لطلبة المجموعة التجريبية في تحصيلهم الرياضي، كما ارتفع مستوى الدافعية نحو تعلم الهندسة، وكذلك مستوى الاستطلاع والفضول والتقصّي.

وتقصّت دراسة يودا (Yuda, 2011) فاعلية مواد تربوية رقمية على تطوير التفكير المكاني لطلبة مرحلة أساسية في اليابان. ولتحقيق هدف الدراسة، فقد قام الباحث بتصميم ألعاب فيديو من خلال برمجية فلاش، وطبّقها على مجموعة من طلبة الصف الرابع، وفي بداية التجربة أجاب ٢٠% منهم فقط وخلال ٥ دقائق على الأسئلة التي تتعلق بالأشكال ومواقعها والمعلومات المكانية التي تتطلبها لعبة الفيديو، وبعد مرور ثلاثة أسابيع أجاب ٨٠% منهم على الأسئلة وخلال ٥ دقائق، وقد أشار ذلك إلى أن لعبة الفيديو المحوسبة أسهمت في تعزيز التفكير المكاني لدى الطلبة.

ثالثاً: التعقيب على الدراسات ذات الصلة:

تبحث الدراسة الحالية في أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية على حل المسألة الرياضية والقدرة المكانية، ومن مسح وتمحيص للدراسات السابقة، فقد وُجد تشابهات واختلافات بين هذه الدراسة والدراسات ذات الصلة، ولقد تعددت موضوعات ومتغيرات الدراسات ذات الصلة، فدراسة بدر (٢٠٠١) بحثت في أثر استخدام الحاسوب في التدريب على حل المشكلات الرياضية، أما مانوتشيهري (Manouchehri, 2004) ففحصت أثر برمجية تفاعلية في الجبر لدعم تدريسه، وتقصى البيطار (٢٠٠٥) فعالية برنامج للتعلم الذاتي باستخدام الكمبيوتر لتنمية القدرة المكانية، واهتمت عيد (Eid, 2005) بدراسة أثر استخدام الانترنت على حل المسألة الرياضية، وحاولت دراسة باشام (Basham, 2006) تحسين القدرة المكانية من خلال برمجية كاد ثلاثية الأبعاد للنمذجة 3-dimensional CADD modeling، ووقف لي وهولبيراند (Lee & Hollebrands, 2006) على سلوك طلبة الصف الثامن أثناء حلّهم المسألة الرياضية من خلال تطبيقات جافا، درس تشانج وسانج ولين (Chang, et al., 2007) تحسين التفكير الهندسي من خلال برمجية وسائط متعددة، وقاس ثوماس (Thomas, 2007) أثر اللعبة الرياضية الحاسوبية سيف كراكر SafeCracker على حل مسائل رياضية، وذهب بابادبولوس وداقدليلس (Papadopoulos & Dagdilelis, 2008) إلى دراسة أثر استخدام الطلبة لأدوات تكنولوجية لتفسير المسألة الهندسية، وتتبع سيو (Seo, 2008) أثر برمجية ماث اكسبلورر Math Explorer في حل المسألة الرياضية الكلامية، واستخدم إدريس (Idris, 2009) البرمجية الهندسية سكتش باد جيومتر Geometer Sketchpad لتنمية التفكير الهندسي، وتحرّى بوس (Bos, 2009) أثر عناصر رياضية افتراضية على المعرفة الرياضية، وتعرّفت

دراسة بنتاس وكاملي (Bintas & Camli, 2009) أثر التدريس بمساعدة الحاسوب على نجاح الطلبة في حل مسائل رياضية، وقاس عطية (٢٠٠٩) أثر استخدام الوسائط التعليمية في تدريس الهندسة على تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية، والقدرة المكانيـــة، واهـــتم ســـاها وأيـــوب وتارميزي (Saha, et al., 2010) بقياس أثر استخدام برنـــامج جيـــوجبرا GeoGebra علـــى تحصيل الطلبة، ودرس شيرفاني (Shirvani, 2010) أثر استخدام تكنولوجيا الحاســـوب علـــى أداء الطلبة متدني التحصيل، وكذلك سعى هيان وأتـــسيوسي ومانـــسوره (Haiyan, et 2010 al.,) إلى قياس أثر ألعاب رياضية حاسوبية حديثة على تحصيل الطلبة، أمـــا كـــارال وســـيبي وبكسين (Karal, et al., 2010) فاستقصوا أثر استخدام المحاكاة عن طريق الشبكة العنكبوتيـــة في تحسين حل المسألة الرياضية، وبحث هـــارتر وكـــو (Harter & Ku, 2010) أثـــر تعلـــيم الجوار الهندسي بالاعتماد على الحاسوب، على حل المـــسألة الرياضـــية الكلاميـــة، واســـتخدم هوبتمان (Hauptman, 2010) برمجية الفـــضاءات الافتراضـــية Virtual Spaces لتحـــسين التفكير المكاني، وتقصى كوسا وكاراكوس (Kosa & Karakos, 2010) أثر برمجية هندســـية ديناميكية (كابري Cabri 3D) في تدريس الهندسة التحليليـــة، وســـعى كورتيـــولس وأويجـــان (Kurtulus & Uygan, 2010) إلى فحص أثر الأنشطة الهندسية القائمة على راســـم جوجـــل (Google Sketch Up) على القدرة المكانية التصورية، وقارن أكـــدا وحاميـــدي وراحيمـــي (Aqda, et al., 2011) بين أثر التدريس المعتمد على الحاسوب وأثر التدريس التقليدي علـــى إبداع الطلبة، وقاس إرباس وينمز (Erbas & Yenmez, 2011) أثر الاكتشافات المعتمدة على الاستقـــصاء مـــن خـــلال برمجيـــة البيئـــة الهندســـية الديناميكيـــة (Dynamic Geometry Environment) في تحصيل الطلبة، واهتم يودا (Yuda, 2011) بقياس فاعلية مـــواد تربويـــة رقمية على تطوير التفكير المكاني.

ولذلك فقد تشابهت الدراسة الحالية مع دراسات البيطار (٢٠٠٥)، و باشـــام (Basham, 2006)، و تشانج وسانج ولين (Chang, et al., 2007)، وإدريـــس (Idris, 2009)، وعطيـــة (٢٠٠٩)، وهوبتمان (Hauptman, 2010)، وكورتيولس وأويجـــان (Kurtulus & Uygan, 2010)، و يودا (Yuda, 2011)، في فحصها أثر التقنية من حاسوب وبرمجيات علـــى القـــدرة المكانية.

وتشابهت أيضاً مع دراسات بدر (٢٠٠١)، و عيد (Eid, 2005)، ولي وهولبيراند (Lee & Hollebrands, 2006)، وثوماس (Thomas, 2007)، و بابادبولوس وداقـــدليلس (2008

(Papadopoulos & Dagdilelis)، وسيو (Seo, 2008)، وبنتاس وكاملي (Bintas & Camli, 2009)، وعطية (٢٠٠٩)، وكارال وسيبي وبكسين (Karal, et al., 2010)، وهارتر وكو (Harter & Ku, 2010)، وأكدا وحاميدي وراحيمي (Aqda, et al., 2011) في قياسها أثر برمجيات حاسوبية على حل المسألة الرياضية.

وتشابهت هذه الدراسة مع دراسة يودا (Yuda, 2011) في اعتماد برمجية تعليمية تم تصميها وتطويرها دون الاعتماد على برمجيات جاهزة.

وتشابهت الدراسة الحالية مع مُجمل الدراسات ذات الصلة في إتباعها تصميماً تجريبياً، يُمكّن الباحث من دراسة فاعلية التأثيرات الضوئية.

وتختلف الدراسة الحالية عن الدراسات ذات الصلة في:

- اعتمادها التأثيرات الضوئية أساساً في بناء البرمجية التعليمية، والتي لم يسبق لأي دراسة أن استخدمتها.
- بناء البرنامج التعليمي على أنه نظام متكامل له مدخلات ومخرجات وعمليات.
- دمجها بين برنامجين حاسوبيين معاً، وهما فلاش Flash وجافا Java، فسبق أن استخدمت دراسات أحد البرنامجين، لكن لم يسبق لأي دراسة أن استخدمتهما معاً.
- إجرائها في فلسطين، إذ لم يسبق لأي دراسة ذات صلة أن أُجريت في فلسطين، خاصة في ظل تطبيق منهاج رياضيات فلسطيني أول.

وقد استفادت الدراسة الحالية من الدراسات ذات الصلة في:

- استكشاف الإمكانات الفنية لبرمجيات محوسبة متنوعة تناولتها الدراسات ذات الصلة، مما أفاد الباحث في استثمار تلك الإمكانات واستيعابها في برمجية التأثيرات الضوئية.
- تعرف تنوع من المقاييس في القدرة المكانية، والمسائل الرياضية، وكيفية إعدادها.
- دراسة عدد من تعليمات البرمجة وأوامرها، مما مكّن الباحث من معرفة بعض الاصطلاحات الجديدة في تعلم الرياضيات وتعليمها.

الفصل الثالث

الطريقة والإجراءات

الفصل الثالث

الطريقة والإجراءات

يشتمل هذا الفصل على وصف أفراد الدراسة وطريقة اختيار العينة، وخطوات تطوير أدوات الدراسة ووصفها، والطرق المستخدمة للتحقق من صدق هذه الأدوات وثباتها، ومتغيرات الدراسة، كما يتضمن وصفاً للإجراءات المتبعة أثناء تطبيق الدراسة، ووصفاً للمنهجية المتبعة، وكذلك تصميم الدراسة والمعالجة الإحصائية اللازمة لتحليل البيانات والوصول إلى النتائج.

أفراد الدراسة:

تم اختيار أفراد الدراسة من بين طالبات مدرسة جمال عمر المصري في محافظة نابلس بطريقة قصدية لإجراء الدراسة عليها، وقد اختيرت هذه المدرسة لسهولة التواصل مع معلّمة الرياضيات وتعاون إدارة المدرسة، وتوفر مختبر حاسوب مناسب لعدد طالبات الصف السابع الأساسي مع وجود (٥) شعب لطالبات الصف السابع الأساسي، ما ساعد في تطبيق إجراءات الدراسة ومتابعتها. وقد تم توزيع الشعب بطريقة عشوائية، مما سهّل اختيار مجموعتي الدراسة التجريبية والضابطة.

وقد تم اختيار الشعبتين (أ) و (ب) عشوائياً، حيث جاءت الشعبة (أ) – وعدد طالباتها (٣٥) طالبة– كمجموعة تجريبية طُبّق عليها البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، وجاءت الشعبة (ب) – وعدد طالباتها (٣٢) طالبة – كمجموعة ضابطة طُبّق عليها برنامج التدريس الاعتيادي. وبذلك يكون مجموع أفراد الدراسة (٦٧) طالبة.

كما قاس الباحث حل المسألة الرياضية والقدرة المكانية لطلبة المجموعتين، من خلال أداتي الدراسة، وتم استخراج نتائج اختبار (ت) للعينات المستقلة للكشف عن دلالة الفروق بين المتوسطات. ويبين الجدول (١) هذه النتائج.

الجدول (١) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات طلاب المجموعتين في القياسات القبلية لأداتي الدراسة ونتائج اختبار (ت)

القياس	المجموعة	العدد	المتوسطات الحسابية	الانحرافات المعيارية	قيمة ت	مستوى الدلالة
حل المسألة الرياضية	الضابطة	٣٢	٨,٣١	١,٤٢	٠,٥١٩	٠,٦٠٥
	التجريبية	٣٥	٨,١١	١,٦٨		
القدرة المكانية	الضابطة	٣٢	٥٤,٢٥	١١,٦٥	٠,٢٤٩	٠,٨٠٤
	التجريبية	٣٥	٥٣,٤٣	١٤,٩٤		

يلاحظ من الجدول (١) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية، عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥) بين مجموعتي الدراسة التجريبية والضابطة، في القياسات القبلية لأداتي الدراسة، أي أن المجموعتين متكافئتان.

أدوات الدراسة

تتضمّن أدوات الدراسة البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، واختبار حلّ المسألة الرياضيّة، ومقياس القدرة المكانية. وفيما يلي عرض لكل منها.

أولاً: البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية:

بغرض تحقيق هدف الدراسة الحالية، تم إعداد برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية، وبدأت الخطوة الأولى في بناء البرنامج، بالتفكير في كيفية إعداد البرنامج التعليمي كتصميم متماسك، بالإضافة إلى دراسة الإمكانات التربوية لكل من لغة جافا Java، وبرمجية فلاش Flash، ومراجعة ما أصدره المجلس الوطني لمعلّمي الرياضيات NCTM عن التأثيرات الضوئية من منشورات أو عبر موقعه الإليكتروني ذي العلاقة بالتأثيرات الضوئية.

وتتويجاً لما تقدم، فقد عُدّ البرنامج التعليمي "نظاماً متكاملاً"، يتضمن مُدخلات وعمليات ومخرجات، وبعد استشارة خبير* في بناء البرامج التعليمية وتصميمها كأنظمة، فقد أتى البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية ليتكون من:

* الخبير الذي تمّ الرجوع إليه هو الأستاذ الدكتور أنمار الكيلاني أستاذ الإدارة التربوية في كلية العلوم التربوية، الجامعة الأردنية

أ – المدخلات:

يتضمن البرنامج نوعين من المدخلات: مدخلات بشرية، ومدخلات فنية.

المدخلات البشرية:

- طالبات الصف السابع الأساسي في مدرسة جمال عمر المصري في مديرية التربية والتعليم في نابلس.
- معلمة رياضيات الصف السابع الأساسي في المدرسة.
- مشرف الرياضيات في مديرية التربية والتعليم في نابلس.
- الباحث.
- المصمم.
- المبرمج.

المدخلات الفنية:

- وحدة الجبر في كتاب الرياضيات للصف السابع الأساسي.
- مختبر حاسوب مدرسي.
- جهاز عرض البيانات Data Show.
- برامج الحاسوب فلاش Flash، وجافا Java، وفلاش بلاير Flash Player.
- خطط تدريس وحدة الجبر وفق البرنامج التعليمي.
- خطط تدريس وحدة الجبر وفق الطريقة الاعتيادية.

ب – العمليات:

يتضمن البرنامج التعليمي العمليات الآتية:

- تحليل محتوى وحدة الجبر.
- برمجة دروس وحدة الجبر وفق برنامجي فلاش Flash، وجافا Java.
- تحميل برامج فلاش Flash، وجافا Java، وفلاش بلاير Flash Player على أجهزة الحواسيب المعدّة لذلك.
- التجريب الفني لدروس وحدة الجبر.
- إعداد دليل المعلم لتدريس وحدة الجبر وفق الأسلوب الجديد.
- عقد جلسات مع معلمة الرياضيات.
- عقد جلسات مع مشرف الرياضيات.

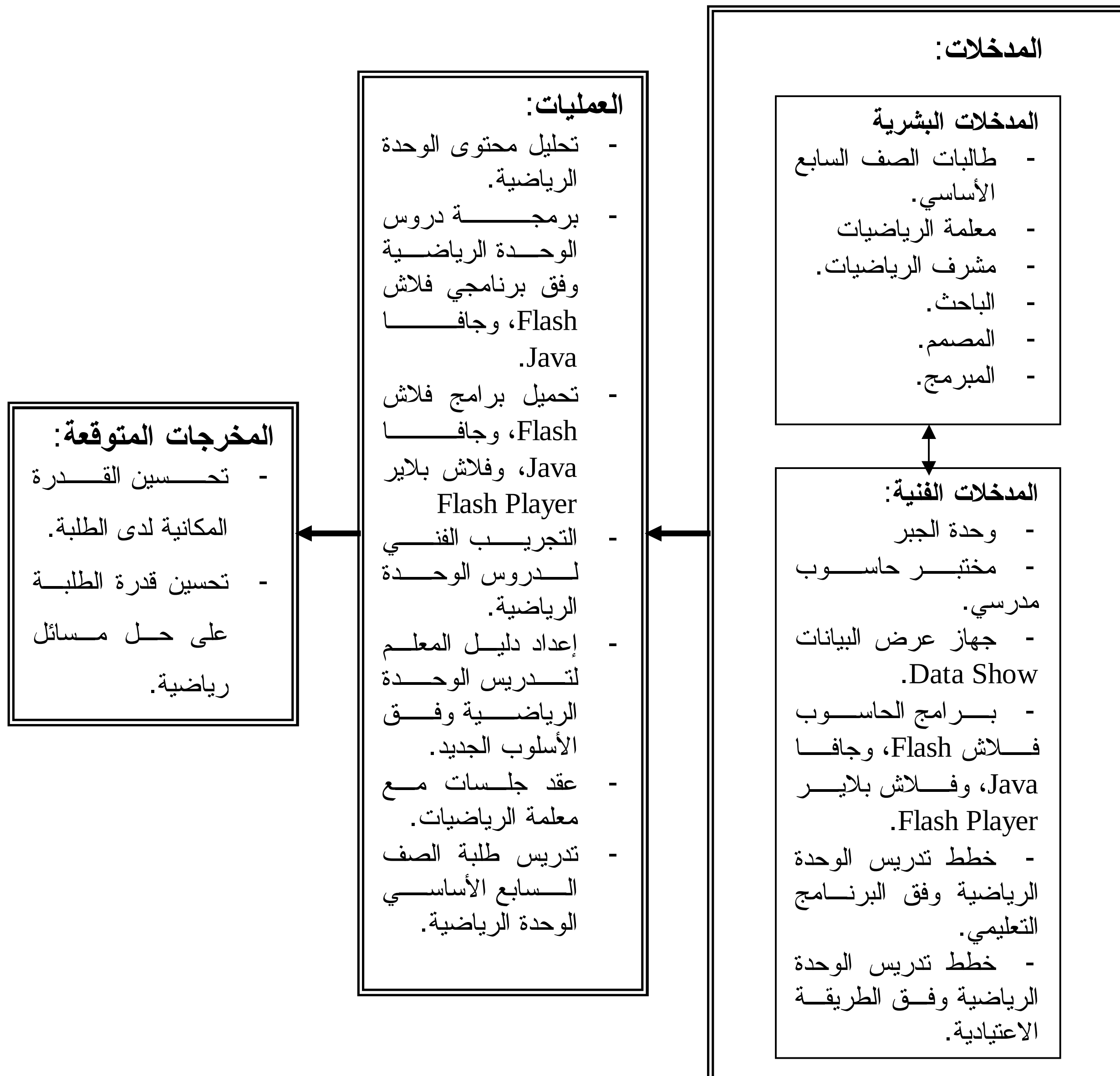
- تدريس طالبات الصف السابع الأساسي وحدة الجبر.

جـ – المخرجات المتوقعة:

يُتوقع للبرنامج التعليمي أن يحقق المخرجات الآتية:

- تحسين القدرة المكانية لدى الطلبة.
- تحسين قدرة الطلبة على حل مسائل رياضية.

ويشير الشكل (٨) إلى مخطط البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية



الشكل (٨): مخطط البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية

صدق البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية:

تضمن صدق البرنامج التعليمي نوعين من التحكيم، أولهما تحكيم فني تقني، للتحقق من أنّ البرنامج التعليمي يحقق مواصفات البرمجية التعليمية من حيث المواصفات التربوية والفنية. وتأكيداً لذلك فقد صمّم الباحث صحيفة تقييم للبرمجية التعليمية (الملحق ١) مرفقة بقرص مُدمج يتضمن البرنامج التعليمي ولغة Java وبرمجية فلاش Flash وفلاش ميديا بلاير Flash Media Player، وتحليلاً لمحتوى وحدة الجبر قيد الدراسة (الملحق ٢)، كي يستطيع المُحكم عرض البرنامج التعليمي ودراسته عن كثب. وقد قابل الباحث محكّمي البرنامج التعليمي بعد دراستهم له، وتعرَّف منهم على التحسينات التي يجب تضمينها فيه؛ ليحقق المواصفات الفنية والتربوية في البرمجية التعليمية. وتركزت التحسينات الفنية في استثمار أفضل لقدرات برمجية فلاش Flash، فقد تبيّن أن الإلمام ببرمجية فلاش Flash جاء أكبر منه في الإلمام بلغة جافا Java؛ نظراً لسهولة استخدامها، وصغر السعة التي تحتاجها في ذاكرة القرص الصلب. وقد تم الأخذ بجميع الملحوظات التي أبداها المقيّمون التقنيون؛ لتوافقها في معظم الأحيان.

أما النوع الثاني لصدق البرنامج التعليمي فتمّ من خلال عرض البرنامج التعليمي على مجموعة من تربويي الرياضيات متمثلة في متخصص في تعليم الرياضيات في جامعة النجاح الوطنية في نابلس، ومشرف الرياضيات في مديرية التربية والتعليم في نابلس، وأربعة معلّمي رياضيات للصف السابع الأساسي في مديرية التربية والتعليم في نابلس، بالإضافة إلى عقد ورشة عمل ضمت عدداً من معلّمي ومعلمات الرياضيات للصف السابع الأساسي. وقد أبدى المحكمون ملحوظات تمثلت في أن تُرسم الأشكال الهندسية بدقة متناهية، ومن ذلك أن يُرسم المربع مربعاً، وقد ظهر ذلك في تصميم المربع مستطيلاً عند تحليل الفرق بين مربعين. كما أشارت الملحوظات إلى أن تُصمم الأمثلة نفسها لطالبات المجموعتين الضابطة والتجريبية كما وردت في وحدة الجبر في كتاب الرياضيات في الصف السابع الأساسي.

ويتضمن الملحق (٣) البرنامج التعليمي في صورته النهائية. كما يشير الملحق (٤) إلى أسماء المحكمين الذين شاركوا في تحكيم أدوات الدراسة.

ثانياً: اختبار حلّ المسألة الرياضيّة:

تحقيقاً لهدف الدراسة، فقد قام الباحث ببناء اختبار حل المسألة الرياضيّة، وذلك وفقاً للخطوات الآتية:

١. مسح الأدب النظري والدراسات والدوريات ذات الصلة بقياس المسألة الرياضية وحلها، واستراتيجيات حلها، ومن الأمثلة على ذلك مجلة تعليم الرياضيات في المدرسة المتوسطة Teaching Mathematics in the Middle School والتي تصدر شهرياً عن المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM، وتتضمن كل مجلة (٣٠) مسألة رياضية.

٢. استشارة عدد من المتخصصين في تعليم الرياضيات عن المسألة الرياضية.

٣. الاستعانة بمواقع عالمية متخصصة في تدريس الرياضيات مثل المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية NCTM.

٤. دراسة نماذج لاختبارات في المسألة الرياضية مثل University of Kent Center of Reasoning، Annual Math League Contests.

٥. كتابة فقرات أولية لاختبار المسألة الرياضية، وقد بلغ عددها (٢٠) فقرة في الصورة الأولية للاختبار.

٦. تحكيم اختبار المسألة الرياضية، وذلك بعرضه على مجموعة من المتخصصين في تعليم الرياضيات في جامعة النجاح الوطنية، ومشرف الرياضيات ومعلميها للصف السابع الأساسي في محافظة نابلس.

٧. تجريب الاختبار على مجموعة من طالبات الصف السابع الأساسي غير أفراد الدراسة، وذلك لغربلة الاختبار واستخراج معاملات الصعوبة والتمييز لفقراته.

٨. إعداد الاختبار بصورته النهائية من أجل التطبيق وإعادته على أفراد الدراسة في المجموعتين الضابطة والتجريبية، ويشير الملحق (٥) إلى اختبار المسألة الرياضية بصورته النهائية.

٩. أعطيت درجة واحدة للاستجابة الصحيحة للفقرة من اختبار حل المسألة الرياضية، وأعطيت الدرجة صفر للاستجابة الخاطئة، وبهذا تراوحت درجات إجابات الطالبات على الاختبار بين (صفر) و (١٥) درجة، ويوضح الملحق (٦) مفتاح الإجابة لفقرات اختبار حل المسألة الرياضية.

صدق اختبار حلّ المسألة الرياضية:

للتأكد من صدق المحتوى لاختبار حل المسألة الرياضية، فقد تـم عرضـه بـصورته الأولية على عدد من المحكّمين من بينهم أعضاء هيئة تدريس متخصصين في تعليم الرياضـيات في جامعة النجاح الوطنية، ومتخصص في القياس والتقويم، ومشرف الرياضيات وأربعة معلمين للصف السابع الأساسي في محافظة نابلس (الملحق ٤)، وطلب إلى كل من هـؤلاء المحكمـين إبداء رأيه في فقرات الاختبار من حيث قياسه المسألة الرياضية، ومدى سلامة الصياغة اللغويـة ووضوحها، وكفاية الزمن لعدد الأسئلة، وتوفر إجابة صحيحة واحدة للسؤال، ووجود نمـط فـي بدائل المسألة الرياضية، وذكر أية ملاحظات أخرى، وحذف الفقرات غير المناسبة أو تعـديلها، أو اقتراح فقرات جديدة، وقد تكون الاختبار في صورته الأولية من (٢٠) فقرة من نوع الاختيار من متعدد، وبعد مقابلة المحكمين واستعادة النسخ منهم، تم تفريغ الملاحظات الواردة ودراسـتها باهتمام. وتم الأخذ بملحوظات المحكمين والتي أشارت إلى عدم كفاية حـصة دراسـية واحـدة للإجابة عليها، فقد أفاد المعلمون أنه استغرقهم (١٥) دقيقة تقريباً للإجابة عن المسائل الرياضـية في الاختبار، مما دعا إلى تقليص عدد فقرات الاختبار إلى (١٥) مسألة، تجيب عنهـا طالبـات الصف السابع الأساسي، وقد تأكد الباحث من ذلك عندما طُبّق الاختبار على عينة خارج أفـراد الدراسة، حجمها (٤٥) طالبة.

معاملات الصعوبة والتمييز لفقرات اختبار حلّ المسألة الرياضية

بغرض الكشف عن الفقرات التي تتصف بعدم قدرتها على التمييز بين الطالبات، وكـذلك الفقرات التي تتصف بالصعوبة الشديدة أو السهولة الشديدة، تمهيداً لحذفها من الاختبار، فقد تـمّ تطبيق اختبار حلّ المسألة الرياضية على عينة استطلاعية شملت (٣١٨) طالباً وطالبة في عـدد من مدارس مدينة نابلس. وبعد تصحيح الإجابات، تم استخراج معـاملات الـصعوبة والتمييـز لجميع الفقرات، وقد تراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٢٠-٠,٥٣)، مما يعني عـدم وجـود فقرات ذات معامل صعوبة أكثر من (٠,٨٥) أو أقل من (٠,٢٠)، كما تراوحت قـيم معـاملات التمييز لفقرات الاختبار بين (٠,٣٢-٠,٧٠)، مما يعني عدم وجود فقرات ذات معامل تمييز أقل من (٠,٢٠). وتُعد هذه القيم مقبولة تربوياً لاستخدام اختبار حلّ المسألة الرياضية فـي الدراسـة الحالية (Crocker & Algina, 1986)، وبناء عليه لم يتم حذف أي فقرة من فقـرات اختبـار حلّ المسألة الرياضية في ضوء معاملات الصعوبة والتمييز.

ثبات اختبار حلّ المسألة الرياضية:

بغرض الكشف عن ثبات اختبار حلّ المسألة الرياضية، تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية شملت (٣٨) طالبة في مدرسة سعيد بن عامر الأساسية، وبعد أسبوعين تم تطبيق الاختبار مرة أخرى على العينة الاستطلاعية نفسها، ليتم إيجاد ثبات الاختبار بطريقة إعادة الاختبار test-retest، وقد بلغت قيمة معامل الثبات بهذه الطريقة (٠,٧٨)، كما تمّ حساب معامل الثبات بطريقة الاتساق الداخلي وفق معادلة ألفا كرونباخ " Cronbach Alpha "، وبلغت قيمة معامل الثبات (٠,٨١)، وتُعد القيمتان مقبولتين تربوياً لاستخدام اختبار حل المسألة الرياضية في الدراسة الحالية (Crocker & Algina, 1986).

ثالثاً: مقياس القدرة المكانية

استخدم الباحث مقياس القدرة المكانية المتمثل في دوران النماذج، وهو أحد اختبارات القدرات العقلية (الذهنية) الابتدائية Primary Mental Abilities PMA، الصادرة عن مؤسسة مشاركي البحوث العلمية في الولايات المتحدة Science Research Inc. Associates، وقد قام بإعدادها وتطويرها " ثيرستون وثيرستون" (Thurstone & Thurstone, 1973)، وقد تمّ تعريب المقياس وتكييفه والتأكد من صدقه في البيئة العربية (عابد، ١٩٩٦)، ويقيس المقياس القدرة في الكشف عن الفروق بين الأشكال، ويحتوى الاختبار على (٢٠) مسألة، تتضمن كل مسألة نموذجاً واحداً إلى اليمين، وثمانية نماذج إلى اليسار، وعلى الطالب أن يقرر أي من النماذج الثمانية يتفق (يشابه) النموذج إلى اليمين، وأي منها لا يتفق معه (يخالفه)، وتأكيداً لذلك يضع الطالب علامة (×) في المربع بجوار الكلمة (نعم) إذا كان النموذج يتفق مع النموذج إلى اليمين، ويضع الطالب علامة (×) في المربع بجوار الكلمة (لا) إذا كان هذا النموذج لا يتفق مع النموذج إلى اليمين، ويوضح الشكل (٩) مثالاً على طريقة الإجابة على المقياس.



الشكل (٩)

مثال على الإجابة على مقياس القدرة المكانية

ويتكون الاختبار من جزأين، يتضمن كل جزء (١٠) أسئلة، وحُدّد الزمن المخصص للإجابة عن كل جزء بثلاثة دقائق فقط، ولا يتم الانتقال من الجزء الثاني بمجرد إنهاء الإجابة عن الجزء الأول. ويشير الملحق (٧) إلى ورقة الغلاف المصرّح بها من مقياس القدرة المكانية.

وتُقاس علامة الطالب على مقياس القدرة المكانية (عدد الفقرات الصحيحة - عدد الفقرات الخاطئة)، وحيث إن الاختبار يشمل (١٦٠) بديلاً للإجابة عنها بنعم أو لا، فإن درجة الطالب تتراوح بين (-١٦٠ إلى ١٦٠).

ثبات مقياس القدرة المكانية:

بغرض الكشف عن ثبات مقياس القدرة المكانية، تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية شملت (٣٨) طالبة في مدرسة سعيد بن عامر الأساسية، وبعد أسبوعين تم تطبيق المقياس مرة أخرى على العينة الاستطلاعية نفسها، ليتم إيجاد ثبات الاختبار بطريقة اعادة الاختبار test-retest، وقد بلغت قيمة معامل الثبات بهذه الطريقة (٠,٨٠)، كما تم حساب معامل الثبات بطريقة الاتساق الداخلي وفق معادلة ألفا كرونباخ " Cronbach Alpha "، وبلغت قيمة معامل الثبات بهذه الطريقة (٠,٨٤)، وتُعد القيمتان مقبولتين تربوياً لاستخدام مقياس القدرة المكانية في هذه الدراسة (Crocker & Algina, 1986).

إجراءات الدراسة:

لتحقيق الأهداف المرجوة من الدراسة، تم اتباع الإجراءات الآتية:

أولاً: إعداد البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، والتحقق من صدقه.

ثانياً: إعداد اختبار حلّ المسألة الرياضية ومقياس القدرة المكانية، والتحقق من صدق اختبار حلّ المسألة الرياضية وثباته، وكذلك التحقق من ثبات مقياس القدرة المكانية.

ثالثاً: اختيار العينة قصدياً، وتوزيعها عشوائياً في مجموعتين: الأولى تجريبية تدرس البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، وضابطة تدرس بالطريقة الاعتيادية.

رابعاً: تجهيز مختبر الحاسوب التابع لمدرسة جمال عمر المصري بالبرنامج التعليمي ومرفقاته، وتنصيبه على أجهزة الحاسوب، والتأكد من تشغيل دروس الرياضيات في وحدة الجبر للصف السابع الأساسي.

خامساً: عقد عدة لقاءات مع مشرف الرياضيات ومعلمة الرياضيات التي قامت بتنفيذ التجربة، وطبّقت البرنامج التعليمي على المجموعة التجريبية، وفي الوقت نفسه علّمت المجموعة

الضابطة بالطريقة الاعتيادية، وتنفيذ حصة افتراضية دون وجود الطالبات في مختبر الحاسوب، وكذلك تنفيذ حصة صفية أمام المعلمة لإرشادها عملياً في تنفيذ البرنامج التعليمي.

سادساً: تم التحقق من تكافؤ مجموعتي الدراسة، باستخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات طالبات المجموعتين في اختبار حلّ المسألة الرياضية، ومقياس القدرة المكانية، وذلك قبل البدء في تنفيذ البرنامج التعليمي، وعُدّ ذلك التطبيق القبلي لاختبار حلّ المسألة الرياضية، ومقياس القدرة المكانية.

سابعاً: تنفيذ المعالجة التجريبية (البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية) على أفراد الدراسة، وبواقع (٥) حصص أسبوعياً لمدة أربع أسابيع في الفصل الدراسي الأول من العام ٢٠١١-٢٠١٢.

ثامناً: زيارة المدرسة التي جرى فيها تنفيذ الدراسة عدة مرات، وحضور بعض الحصص الصفية للمجموعتين الضابطة والتجريبية، وتسجيل الملاحظات خلال تنفيذ التجربة، للتأكد من دقة تنفيذ المعلمة للبرنامج التعليمي، والتعرف إلى مواطن القوة والضعف في التنفيذ.

تاسعاً: بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج التعليمي، تم تطبيق اختبار حل المسألة الرياضية، ومقياس القدرة المكانية على طالبات الصف السابع الأساسي في المجموعتين الضابطة والتجريبية.

عاشراً: تم تصحيح أوراق اختبار المسألة الرياضية ومقياس القدرة المكانية، وفق معايير التصحيح التي ذُكرت سابقاً، ومن ثم تم جمع البيانات وتفريغها في جداول خاصة، وإدخال البيانات على الحاسوب ومعالجتها إحصائياً باستخدام الرزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية SPSS، واستخراج النتائج.

تصميم الدراسة والمعالجات الإحصائية:

منهج الدراسة:

قامت الدراسة بقياس أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى طالبات الصف السابع الأساسي في نابلس، ولذلك فإن المنهج المتبع هو المنهج شبه التجريبي من خلال التطبيق القبلي لمقاييس الدراسة، ثم تطبيق البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، وبعد الانتهاء من تنفيذ المعالجة أُعيد تطبيق مقاييس الدراسة.

متغيرات الدراسة:

المتغير المستقل: طريقة التدريس ولها مستويان (البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، والطريقة الاعتيادية)

المتغيرات التابعة: حلّ المسألة الرياضية، والقدرة المكانية.

تصميم الدراسة:

استخدم الباحث التصميم شبه التجريبي لمجموعتين (ضابطة، تجريبية) كما يلي:

G_1: O_1 O_2 X O_1 O_2

G : O_1 O_2 O_1 O_2

حيث

G: المجموعة الضابطة.

G_1 : المجموعة التجريبية.

O_1: اختبار المسألة الرياضية

O_2: مقياس القدرة المكانية

X: البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية

المعالجات الإحصائية:

تم استخدام إحصاءات وصفية متمثلة في التكرارات والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، لوصف أداء أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة. كما تمّ استخدام تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) لفحص الفرضيتين المنبثقتين عن سؤالي الدراسة، ولضبط الفروق بين متوسطات درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية، والكشف عن دلالة الفروق بينها.

الفصل الرابع

نتائج الدراسة

الفصل الرابع

نتائج الدراسة

تناول الباحث في هذا الفصل عرضاً للنتائج التي توصلت إليها الدراسة بعد تطبيق أدوات الدراسة وجمع البيانات وتحليلها، إذ تقصت الدراسة أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين.

وفيما يلي عرض لنتائج هذه الدراسة

أولاً: النتائج المتعلقة بالسؤال الأول:

نصّ السؤال الأول على ما يلي " ما أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين؟ "

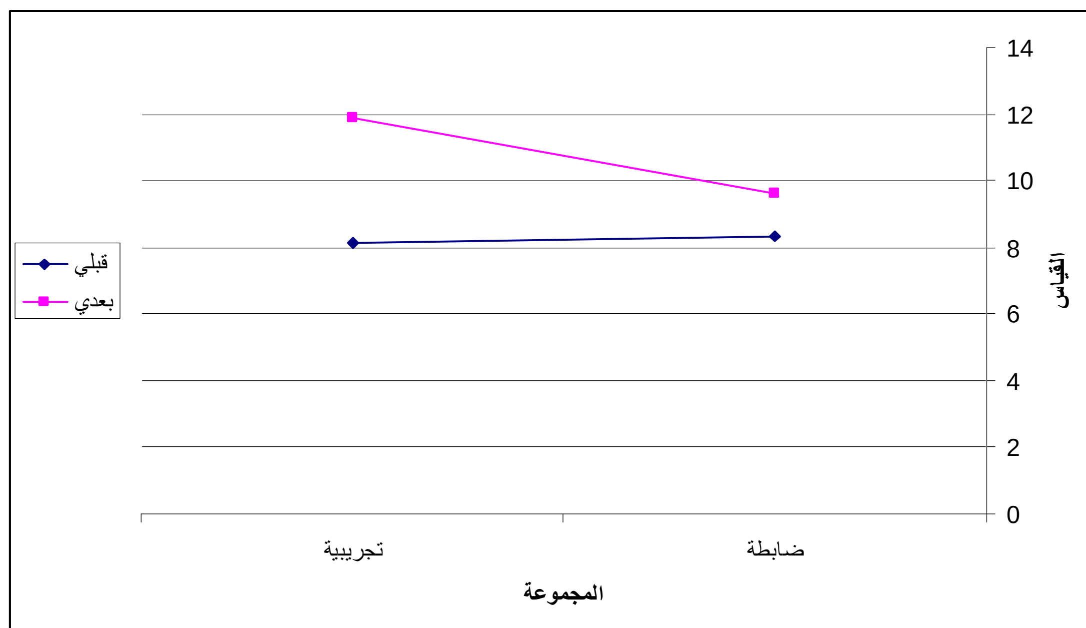
وللإجابة عن السؤال الأول، صيغت الفرضية الأولى لهذه الدراسة، والتي تنص على ما يلي: "لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية (البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية) ودرجات طلبة المجموعة الضابطة (الطريقة الاعتيادية) في اختبار حلّ المسألة الرياضية ".

ولاختبار الفرضية الأولى تم استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات طالبات الصف السابع الأساسي في المجموعة الضابطة (التي لم تخضع للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية)، والمجموعة التجريبية (التي خضعت للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية) على اختبار حل المسألة الرياضية القبلي والبعدي، وكانت النتائج كما في الجدول (٢).

الجدول (٢) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والمتوسطات الحسابية المعدلة لدرجات طالبات الصف السابع الأساسي على اختبار حل المسألة الرياضية تبعا للبرنامج التعليمي (تجريبية، ضابطة)

المجموعة	العدد	القبلي		البعدي		المتوسط المعدل
		المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
ضابطة	٣٢	٨,٣١٣	١,٤٢٤	٩,٦٢٥	٢,٦٤٩	٩,٦٣٣
تجريبية	٣٥	٨,١١٤	١,٦٧٦	١١,٨٨٦	٢,٣٢٣	١١,٨٧٨

يبين الجدول (٢) فرقاً ظاهرياً في المتوسطات الحسابية والمتوسـطات المعدلـة لأداء طالبـات الصف السابع الأساسي على اختبار حلّ المسألة الرياضية، بسبب اختلاف البرنـامج التعليمـي (التجريبية،الضابطة). ويشير الشكل (١٠) إلى تمثيل بياني لعلامات الطالبات في اختبـار حـل المسألة الرياضية.



الشكل (١٠)

علامات الطالبات في اختبار حل المسألة الرياضية

ولبيان دلالة الفروق الإحصائية بين المتوسطات الحسابية تم استخدام تحليـل التبـاين الأحـادي المصاحب (ANCOVA)، وكانت النتائج كما في الجدول (٢).

الجدول (٣) تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) لأثر البرنامج التعليمي على درجات طالبات الصف السابع الأساسي في المجموعتين الضابطة والتجريبية على اختبار حل المسألة الرياضية

المصدر	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	الدلالة الإحصائية
القبلي (المشترك)	١,٠٣٣	١	١,٠٣٣	٠,١٦٥	٠,٦٨٦
البرنامج التعليمي	٨٣,٨٨١	١	٨٣,٨٨١	١٣,٤٢١	٠,٠٠١
الخطأ	٤٠٠,٠١٠	٦٤	٦,٢٥٠		
الكلي	٤٨٦,٤٧٨	٦٦			

يشير الجدول (٣) إلى وجود فرق ذي دلالة إحصائية ($\alpha = 0.05$)، حيث بلغت قيمة (ف) ١٣,٤٢١ وبدلالة إحصائية ٠,٠٠١، وجاء الفرق لصالح المجموعة التجريبية، التي درست باستخدام البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية.

وهذه النتيجة تعني أن البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية يؤثر في حل المسألة الرياضية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين، مما يشير إلى رفض الفرضية الأولى.

ثانياً: النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني:

نصّ السؤال الثاني على ما يلي " ما أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في القدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين ؟ "

وللإجابة عن السؤال الثاني، صيغت الفرضية الثانية لهذه الدراسة، والتي تنص على ما يلي: "لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية (البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية) ودرجات طلبة المجموعة الضابطة (الطريقة الاعتيادية) في مقياس القدرة المكانية ".

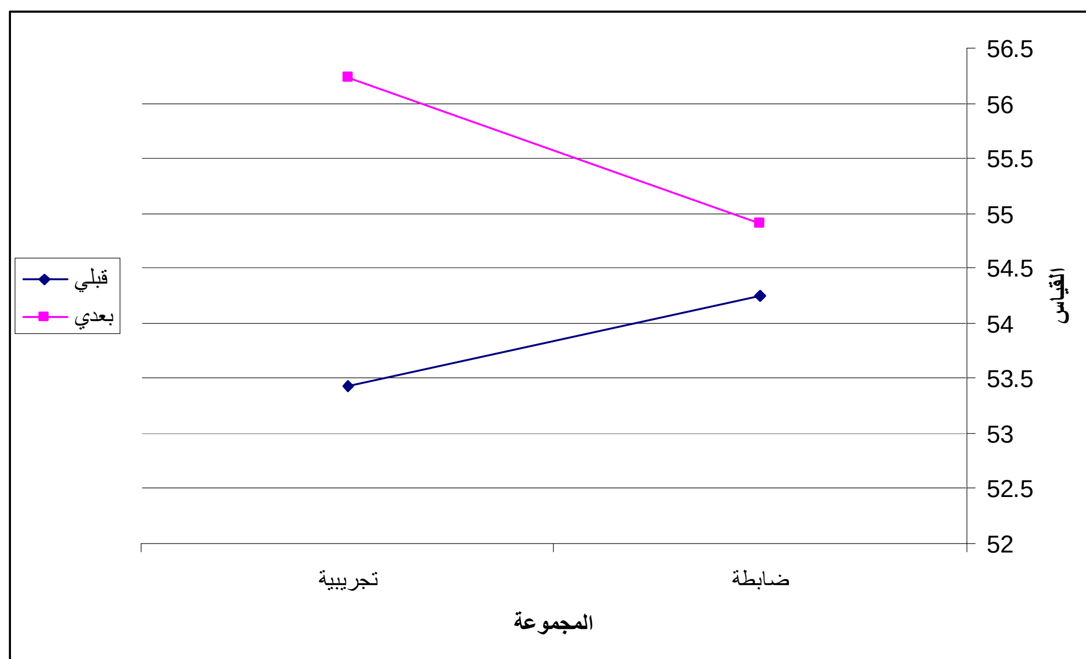
ولفحص الفرضية الثانية تم استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات طالبات الصف السابع الأساسي في المجموعة الضابطة (التي لم تخضع للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية)، والمجموعة التجريبية (التي خضعت للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية) على مقياس القدرة المكانية القبلي والبعدي، وكانت النتائج كما في الجدول (٤).

الجدول (٤) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والمتوسطات الحسابية المعدلة لدرجات طالبات الصف السابع الأساسي على مقياس القدرة المكانية تبعا للبرنامج التعليمي (تجريبية، ضابطة)

المجموعة	العدد	القبلي		البعدي		المتوسط المعدل
		المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
ضابطة	٣٢	٥٤,٢٥٠	١١,٦٥٤	٥٤,٩٠٦	١١,٨٦٠	٥٤,٤٨١
تجريبية	٣٥	٥٣,٤٢٩	١٤,٩٣٦	٥٦,٢٢٩	١٤,٦٩٥	٥٦,٦١٨

يبين الجدول (٤) فرقاً ظاهرياً في المتوسطات الحسابية والمتوسطات المعدلة لأداء طالبات الصف السابع الأساسي على مقياس القدرة المكانية، بسبب اختلاف البرنامج التعليمي (التجريبية،الضابطة).

ويشير الشكل (١١) إلى تمثيل بياني لعلامات الطالبات في مقياس القدرة المكانية.



الشكل (١١)

علامات الطالبات في مقياس القدرة المكانية

ولبيان دلالة الفروق الإحصائية بين المتوسطات الحسابية تم استخدام تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA)، وكانت النتائج كما في الجدول (٤).

الجدول (٥) تحليل التباين الأحادي المصاحب (ANCOVA) لأثر البرنامج التعليمي على درجات طالبات الصف السابع الأساسي في المجموعتين الضابطة والتجريبية على مقياس القدرة المكانية

المصدر	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	الدلالة الإحصائية
القبلي (المشترك)	١١٥٩٦,٩٠٧	١	١١٥٩٦,٩٠٧	٧٠٠٢,٩٩١	٠,٠٠٠١
البرنامج التعليمي	٧٦,٢٥٦	١	٧٦,٢٥٦	٤٦,٠٤٨	٠,٠٠٠١
الخطأ	١٠٥,٩٨٤	٦٤	١,٦٥٦		
الكلي	١١٧٣٢,١١٩	٦٦			

يشير الجدول (٥) إلى وجود فرق ذي دلالة إحصائية ($\alpha = 0.05$)، حيث بلغت قيمة (ف) ٤٦,٠٤٨ وبدلالة إحصائية ٠,٠٠٠١، وجاء الفرق لصالح المجموعة التجريبية، التي درست باستخدام البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية.

وهذه النتيجة تعني أن البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية يؤثر في القدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين، مما يشير إلى رفض الفرضية الثانية.

الفصل الخامس

مناقشة النتائج والتوصيات

الفصل الخامس

مناقشة النتائج والتوصيات

خلاصة النتائج

تقصّت هذه الدراسة أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين.

أشارت نتائج الدراسة إلى أنه يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) في حلّ المسألة الرياضية لدى طالبات الصف السابع الأساسي يعزى للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، ولصالح البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، مما يعني وجود أثر إيجابي للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حل المسألة الرياضية.

كما أشارت نتائج الدراسة إلى أنه يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) في القدرة المكانية لدى طالبات الصف السابع الأساسي يعزى للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، ولصالح البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، مما يعني وجود أثر إيجابي للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية في القدرة المكانية.

ويعرض هذا الفصل مناقشة النتائج

أولاً: مناقشة النتائج المتعلقة بالسؤال الأول:

أشارت نتائج الدراسة المرتبطة بالسؤال الأول إلى وجود أثر إيجابي للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية في حلّ المسألة الرياضية.

ويمكن إرجاع الأثر الإيجابي للبرنامج التعليمي في حلّ المسألة الرياضية إلى عدد من الأسباب، منها طبيعة التأثيرات الضوئية في عرض المسألة الرياضية، فهي تقدم معطيات المسألة الرياضية بديناميكية وحيوية، وتجمعها وتفصلها وتنتقل بينها إلى الأمام وإلى الخلف وفق السرعة ومستوى الفهم التي يرغب بهما المتعلم، وهذا قد يمنح المتعلم فرصة كافية لمعالجة معلومات المسألة، ليصل إلى درجة عالية من قراءة المسألة وفهمها. وعلاوة على ذلك فإن التأثيرات الضوئية تحقق فائدة مزدوجة في تعلّم حلّ المسألة الرياضية، فهي من جهة تُمثّل رموز المسألة وتعبيراتها بشكل أو بمجسم، ومن جهة أخرى تحركها وتُدورها، وهذا يجعل من حل المسألة الرياضية متعة للمتعلم وإثارة للذهن وكسر للجمود والتفكير الخطي.

ولعلّ إمكانات التأثيرات الضوئية في استثمار أكبر عدد من حواس المتعلم في التعلم، قد ألقى بظلاله على حلّ المسألة الرياضية، فالطالب تعدّى دوره المتفرج في التأثيرات الضوئية، فعالج التمارين والتدريبات بعينيه ويديه، واندمج في التعلم بنشاط وحيوية، مما يدعو إلى تخطي تحدي المسألة الرياضية. ويؤكد كيلر ورفاقه (Keller et al., 2011) إمكانات التأثيرات الضوئية وقوتها التربوية كونها توفر استقصاءا رياضياً يعتمد على الوسائط المتعددة، وتبني تفاعلاً بين الرياضيات ومتعلمها.

ولقد وفرّت التأثيرات الضوئية مجالات للطلبة ليعالجوا المفاهيم والتعميمات الجبرية بأنفسهم من تمثيل ونمذجة وتصور وتجسيد، مما يعني أنها زوّدت الطلبة باستراتيجيات ومهارات مفيدة في حل المسألة الرياضية، ربما قد استطاعوا بوساطتها معالجة منهجية ومنظمة أفضل للمسألة الرياضية، أدت إلى حلها.

ونظراً للإثارة التي تتركها التأثيرات الضوئية في التعلم، فقد كرّرت الطالبات التدريبات أكثر من مرة، وفي كل مرة كن يسألن عن كيفية تفسير تلك التحريكات والانتقالات وعلاقتها بالجبر موضوع الدرس، وهذا بحد ذاته يدفع للقول أن التأثيرات الضوئية قد خاطبت قدرات غير مفعلة كامنة لدى الطالبات، وحفزتها نحو الفهم والاستيعاب والتساؤل وتقصي ما بدا غريباً وممتعاً ومشوقاً، وهذا يصب مباشرة في حلّ المسألة الرياضية وسبر أغوارها وكشف المجهول فيها.

وتصل التأثيرات الضوئية المعطيات بالمطلوب من المسألة في نسق مستمر ذي معنى، وتنشأ علاقات بينهما، بحيث يتمكّن المتعلم من الانطلاق من أحدهما إلى الآخر بعكس المألوف، وهكذا يتحرك الطالب في المسألة للأمام من المعطيات إلى المطلوب، أو يعود للخلف من المطلوب إلى المعطيات، وهذا الانتقال تنسجم مع حل المسألة الرياضية بالرجوع إلى الخلف.

وحيث أن اعتمادها على الحاسوب والتقنية في برمجتها وتصميمها، فقد وفرت التأثيرات الضوئية تعلّماً فردياً لكل متعلمة، مكّنه من تدريب نفسها بنفسها والوصول إلى مستوى أقصى من المهارة، ووفق التنوع الذي يرغبه في تدرج يراعي مبادئ التعلم من السهل إلى الصعب ومن البسيط إلى المركب.

ويُعتقد أن التأثيرات الضوئية تخاطب النصف الأيمن من الدماغ وتُفعّله، فجانب الدماغ الأيمن مركز الأشكال والمجسمات والتمثيلات الحسية، بينما يهتم النصف الأيسر من الدماغ بالرموز والمجردات، وإذا ما عُكس ذلك القول على هذه الدراسة، فإن الرموز والتعابير الجبرية قد مُثلت بأشكال ومجسمات، وهذا يعني تفعيل لجانبي الدماغ، وإشراك أكبر للوصلات العصبية

والعضلية والعقلية في التعلم، مما ينتج قدراً أعظم من الفهم والمعنى، وتعميقاً للمفاهيم والتعميمات الرياضية وسنداً أقوى لحل المسألة الرياضية. وينسجم هذا القول مع ما أتى ليش وبوست وبيهر (Lesh, Post & Behr, 1987) في أن تحقيق الفهم والتفكير في الرياضيات والتمكّن منها يأتي من خلال ربط صور المفاهيم الرياضية بعضها ببعض والتحويل بينها؛ فالتعبير عن رمز المفهوم الرياضي بصورة أو بنموذج يُعدّ تشغيلاً لجانبي الدماغ في تعلّم المفاهيم الرياضية، وهذا يُسهم إيجاباً في حلّ المسألة الرياضية.

وتتفق نتيجة هذه الدراسة مع دراسات سابقة في الأثر الإيجابي الذي تتركه البرمجيات الحاسوبية على حلّ المسألة الرياضية، وتزيد من إثارتهم ودافعيتهم نحو تعلم الرياضيات ودراستها مثل (بدر، ٢٠٠١؛ عطية، ٢٠٠٩؛ Aqda, et al., 2011; Bintas & Camli, 2009; Eid, 2005; Harter & Ku, 2010; Karal, et al., 2010; Lee & Thomas, Hollebrands, 2006; Papadopoulos & Dagdilelis, 2008; Seo, 2008; 2007).

ثانياً: **مناقشة النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني:**

أشارت نتائج الدراسة المرتبطة بالسؤال الثاني إلى وجود أثر إيجابي للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية في القدرة المكانية.

ويمكن إرجاع الأثر الإيجابي للتأثيرات الضوئية على القدرة المكانية، إلى إمكانات التأثيرات الضوئية في تمثيل الأشكال والمجسمات وبنائها وتدويرها ولفها، مما يُجسّد التخيل الذهني أمام عيني المتعلم من زوايا متعددة؛ مما يُثبّت المكان الهندسي ويرسخه في عقول المتعلمين، ولا يخفى أن تحكم المتعلم بالشكل الهندسي أو المجسم في ظل التأثيرات الضوئية، يمنحه فرصاً غنية لاستكشاف المفهوم الهندسي وخصائصه والإحساس بها وتلمّسها.

ولا تقتصر مهمة التأثيرات الضوئية على بناء المجسمات فقط، وإنما فردها وتحويلها إلى شبكات، مما يدفع المتعلم إلى فهم العلاقة بين الهندسة المستوية والهندسة غير المستوية، والانتقال بينهما بسهولة وبساطة.

وتخلق التأثيرات الضوئية فراغاً افتراضياً أمام المتعلم، يصنع فيه المجسمات والأشكال الهندسية ويتلاعب بها ويتفاعل معها، ويُصغّرها ويُكبّرها، ويُعدّد في أمثلتها، وينوّع في هيئاتها، مما يفيد في دراسته الهندسة، ويرفع من قدرته المكانية.

وإضافة لذلك، فإن التأثيرات الضوئية ساعدت المتعلمين في البرهنة والإثبات الصوري لكثير من التعميمات الجبرية، مثل قاعدة الفرق بين مربعين وغيرها، وتحوّل تعلم الجبر إلى لعبة هندسية ممتعة، يحرك المتعلم فيها المربعات والمستطيلات، ويلفها كي يُكامل الجبر بالهندسة، ويُعمق فهمه الهندسي.

ويدّعم رافي وسامسودن وإسماعيل (Rafi, Samsudin, & Ismail, 2006: 149) قدرة البرامج الحاسوبية على التصور المكاني بقولهم " إنّ استخدام الحاسوب وبرمجياته في تعليم القدرة المكانية ودوران الأشكال والمجسمات والعمل بها، أقنّع الطلبة بخصائص الأشكال والمجسمات؛ إذ أنّ تلك البرامج قدّمت براهين حسّية لما بدا مجرداً بالرموز "

وتزخر أمثلة التأثيرات الضوئية بالبراهين التي تعتمد على دوران الأشكال والمجسمات ولفها، مثل إثبات أن مجموع زوايا المثلث يساوي °180، وكذلك زوايا الشكل الرباعي، ومربع مقدار جبري والفرق بين مربعين، ومجموع مكعبين والفرق بينهما، ومن هنا فقد نمت القدرة المكانية لدى متعلم الجبر وفق التأثيرات الضوئية.

وتنسجم نتائج الدراسة الحالية مع دراسات سابقة وتتفق إلى حدّ ما معها في فاعلية البرمجيات الحاسوبية في تنمية القدرة المكانية والتفكير الهندسي لدى الطلبة (البيطار، ٢٠٠٥؛ عطية، ٢٠٠٩؛ Basham, 2006; Chang, et al., 2007; Hauptman, 2010; Idris, 2009; Kurtulus & Uygan, 2010; Yuda, 2011)

التوصيات:

في ضوء ما آلت إليه نتائج الدراسة، يمكن الخروج بالتوصيات الآتية:

١. الاستفادة من نتائج هذه الدراسة وتوصياتها وبرنامجها التعليمي، لما أظهرته من أثر للتأثيرات الضوئية في تحسين حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى الطلبة.

٢. ضرورة تدريب معلّمي الرياضيات على استخدام التأثيرات الضوئية سواء المبرمجة أو المعلنة في المواقع الإليكترونية، لما توفره من دعم حقيقي لمنهاج الرياضيات المدرسي أو ما تبنيه من فهم لدى المتعلم.

٣. العمل على ربط منهاج الرياضيات المدرسي ببرمجيات تعليمية مثل التأثيرات الضوئية، واعتبارها أساساً من أساسات المنهاج، ومكوناً حيوياً من مكوناته.

٤. إجراء دراسات تفحص أثر برمجيات تعليمية محوسبة مثل الجيو جبرا GeoGebra على حل المسألة الرياضية والقدرة المكانية.

٥. إجراء دراسات تستقصي فاعلية التأثيرات الضوئية على متغيرات أخرى تتعلق بالطالب أو بالمعلم.

المراجع

المراجع العربية:

أبو زينة، فريد (٢٠١٠). **تطوير مناهج الرياضيات المدرسية وتعلمها**. عمان: دار وائل للنشر والتوزيع.

أبو زينة، فريد وعبابنة، عبد الله (٢٠٠٧). **مناهج تدريس الرياضيات للصفوف الأولى**. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

أحمد، مروان (٢٠١٠). التخيل العقلي وعلاقته بالإدراك المكاني- دراسة ميدانية على عينة من طلاب كلية الهندسة الميكانيكية بجامعة دمشق. **مجلة جامعة دمشق**، ٢٦(٤). ٥٩٥-٦٢٤.

بدر، بثينة (٢٠٠١). **أثر استخدام الحاسوب في التدريب على حل المشكلات الرياضية في تنمية قدرة طالبات قسم الرياضيات بكلية التربية بمكة المكرمة على حل هذه المشكلات وتكوين اتجاه إيجابي نحو الرياضيات**. أطروحة دكتوراه. جامعة أم القرى. السعودية: مكة المكرمة.

بركات، أحمد (٢٠٠٦). **فعالية المدخل البصري المكاني في تنمية بعض أبعاد القدرة المكانية والتحصيل لتلاميذ المرحلة الإعدادية في مادة العلوم**. أطروحة دكتوراه. جامعة عين شمس. مصر.

البيطار، حمدي (٢٠٠٥). **فعالية برنامج للتعلم الذاتي باستخدام الكمبيوتر لتدريس مقرر حساب الإنشاءات في تنمية التحصيل الدراسي والدافعية للإنجاز والقدرة المكانية لدى تلاميذ المرحلة الثانوية الصناعية**. أطروحة دكتوراه. جامعة أسيوط. مصر: أسيوط.

الحازمي، مطلق (١٩٩٥). **الرياضيات والحاسوب**. الرياض: مكتب التربية العربي لدول الخليج.

الخريسات، سمير وقطيط، غسان (٢٠٠٩). **الحاسوب وطرق التدريس والتقــويم**. عمــان: دار الثقافة.

عابد، عدنان (١٩٩٦). القدرة المكانية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية ومتغيرات مرتبطة بها فــي الرياضيات. **مجلة كلية التربية/جامعة الإمارات**. العدد ١٢، ١-٣٥.

العاني، سعد والحمامي، علاء (٢٠٠٨). **تركيب البيانات والخوارزميات بلغة جافا**. عمــان: دار وائل للنشر.

عباس محمد والعبسي، محمد (٢٠٠٩). **مفاهيم وأساليب تدريس الرياضيات للمرحلة الأساسية الدنيا (ط١)**. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

عبد الحق، محمد (٢٠٠٧). **الحاسوب التعليمي – مفاهيم وتطبيقات**. عمان: دار تسنيم.

عطية، إبراهيم (٢٠٠٩). أثر استخدام الوسائط المتعددة في تدريس الهندسة على تنمية مهــارات حل المشكلات الهندسية والقدرة المكانية لدى تلاميذ المرحلة الإعداديــة. **مجلــة كليــة التربية بالزقازيق**. العدد (٣٥)، ٢٥٧-٢٩١.

عيادات، يوسف (٢٠٠٤). **الحاسوب التعليمي وتطبيقاته التربوية**. عمان: دار المسيرة.

فينكلشتاين، ألين (٢٠٠٨). **فلاش سي أس ٣ Flash CS 3** . الجيزة: دار الفاروق.

المالكي، عوض (٢٠٠٧). **أثر استخدام المدخل المنظومي في تدريس الهندسة المستوية علــى التفكير الرياضي لطلاب الرياضيات بكلية المعلمين بالطائف**. أطروحة دكتوراه. جامعة أم القرى. السعودية: مكة المكرمة.

مريزيق، هشام و درويش، نايف (٢٠٠٨). **أساليب تدريس الرياضيات**. عمان: دار الراية للنشر والتوزيع.

المليجي، رفعت (٢٠٠٦). **طرق تعليم الرياضيات (النظرية والتطبيق)**. الرياض: مكتبة الرشد.

نبهان، يحيى (٢٠٠٨). **استخدام الحاسوب في التعليم**. عمان: دار اليازوري.

المراجع الأجنبية:

Aqda, M., Hamidi, F., & Rahimi, M., (2011). The comparative effect of computer-aided instruction and traditional teaching on student's creativity in math classes. **Procedia Computer Science,** 3, 266-270.

Basham, K., (2006). **The effects of 3-dimensional CADD modeling software on the development of spatial ability of ninth grade Technology Discovery students**. Ph.D Dissertation. Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College.

Bednarz, R, & Lee, J. (2011). The components of spatial thinking: empirical evidence. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 21, 103-107.

Bektasli, B., (2006). **The relationships between spatial ability, logical thinking, mathematics performance and kinematics graph interpretation skills of 12th grade physics students**. Ph.D Dissertation. Ohio State University. USA.

Bintas, J. & Çamli, H., (2009). The effect of computer aided instruction on students' success in solving LCM and GCF problems. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 1, 277–280.

Bos, B. (2009). Virtual math objects with pedagogical, mathematical, and cognitive fidelity. **Computers in Human Behavior**, 25, 521–528.

Boston, M., & Smith, M. (2009). Transforming secondary mathematics teaching: Increasing the cognitive demands of instructional tasks used in teachers' classrooms. **Journal for Research in Mathematics Education**, 40, 119–156.

Chapman, O. (2010). **Constructing Pedagogical Knowledge of Problem Solving: Preservice Mathematics Teachers**. Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Ontario, February, 2010.

Cheng, K., Sung, Y., & Lin, S., (2007). Developing geometry thinking through multimedia learning activities**. Computers in Human Behavior**, 23(5) 2212-2229.

Clements, D. & Sarma, J. (2004). **Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education**. Mahwah, NJ: Erlbuam.

Crocker, L., & Algina, J. (1986). **Introduction to classical and modern test theory**. New York: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers

Demirbilek, M., & Tamer, S., (2010). Math teachers' perspectives on using educational computer games in math education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 9, 709-716.

Eid, G., (2005). An investigation into the effect factors influencing computers-based online math problem solving in primary schools. **Journal of Educational Technology Systems**, 33(3), 223-240.

Erbas, A. & Yenmez, A., (2011). The effect of inquiry-based explorations in a dynamic geometry environment on sixth grade students' achievements in polygons. **Computers & Education**, 57(4), 2462-2475.

Eti, O., (2009). Technology-enhanced 5th grade mathematics curriculum. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 1(1), 1093–1098.

Ferguson, C., Ball, A, McDaniel, W., & Anderson, R. (2008). **A Comparison of Instructional Methods for Improving the Spatial- Visualization Ability of Freshman Technology Seminar Students**. Western Carolina University. Proceedings of The 2008 IAJC-IJME International Conference.

Glenn, M. & D'Agostino, D. (2008). **The future of higher education: How technology will shape learning**. New Media Consortium**.** New York.

Haiyan, B.; Atsusi, H.; & Mansureh, K. (2010). The Effects of Modern Mathematics Computer Games on Mathematics Achievement and Class Motivation. **Computers & Education**, 55(2), 427-443.

Harter, C., & Ku, H., (2010). The effects of spatial contiguity within computer-based instruction of group personalized two-step mathematics word problem. **Computers in Human Behavior**, 24(4),1668-1685.

Hauptman, H., (2010). Enhancement of spatial thinking with Virtual Spaces 1.0, **Computers & Education**, 54, 123–135.

Idris, N., (2009). The Impact of Using Geometers' Sketchpad on Malaysian Students' Achievement and Van Hiele Geometric Thinking. **Journal of Mathematics Education**, 2(2), 94-107.

Karal, H., Çebi, A. & Peksen, M. (2010). The web based simulation proposal to 8th grade primary school students' difficulties in problem solving. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 2, 4540–4545.

Kartiko, I.; Kavakli, M., & Cheng, K. (2010). Learning science in a virtual reality application: The impacts of animated-virtual actors' visual complexity. Computers & Education**, 55(2), 881-891.**

Keller, B., Hart, E., & Martin. W., (2011). **Illuminating NCTM's Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: NCTM.

Kondor, R. (2007). Spatial ability of engineering students. **Annals Mathematical et Informatics**, 34, 113-122.

Kosa, T., & Karakos, F., (2010). Using dynamic geometry software Cabri 3D for teaching analytic geometry, **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 2(2), 1385-1389.

Krulik, S.(2004). Teaching problem solving to preservice teachers. **Arithmetic Teacher**, 39(8), 62-77.

Kurtulus, A., & Uygan, C., (2010). The effects of Google Sketchup based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 9, 384-389.

Lee, H. & Hollebrands, K. (2009). Students' use of technological features while solving a mathematics problem. **Journal of Mathematical Behavior**, 25, 252–266.

Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). **Representations and Translations among Representations in Mathematics Learning and Problem Solving**. In C. Janvier, (Ed.), Problems of Representations in the Teaching and Learning of Mathematics (pp. 33-40). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum

Manouchehri, A., (2004). Using interactive algebra software to support a discourse community. **The Journal of Mathematical Behavior**, 23(1),37-62.

Marshall, N., Buteau, C., Jarvis, D. & Lavicza, Z. (2012). Do mathematicians integrate computer algebra systems in university teaching? Comparing a literature review to an international survey study. **Computers & Education**, 58 (1),423-434.

McCulloch, A. (2011). Affect and graphing calculator use. The Journal of Mathematical Behavior**, 30(2), 166-179.**

McNulty, K., (2007). **Gender Differences in Spatial Abilities**. Ph.D. Dissertation, Georgia Institute of Technology. USA

Meyer, A., (2010). **Mathematics for Computer Science**. Creative Commons. Massachusetts Institute of Technology. USA.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (2008). **The Role of Technology in the Teaching and Learning of Mathematics**. Reston, VA: NCTM.

Nunokawa, K., (2005). Mathematical problem solving and learning mathematics: What we expect students to obtain. **The Journal of Mathematical Behavior,** 24(3-4), 325-340.

Obara, S. (2010). Constructing Spatial Understanding. **Mathematics Teaching in the Middle School**, 15(8), 472-478.

Papadopoulos, I., & Dagdilelis, V. (2008). Students' use of technological tools for verification purposes in geometry problem solving. **Journal of Mathematical Behavior**, 27, 311–325.

Park, S.; Lee, G. & Kim, M. (2009). Do students benefit equally from interactive computer simulations regardless of prior knowledge levels?. Computers & Education**, 52(3), 649-655.**

Perez, M. (2007). **Word Problems: Maths in Action**. Eric Reproduction document No, 456S1.

Rafi, A., Samsudin, K. A., & Ismail, A. (2006). On Improving Spatial Ability Through Computer-Mediated Engineering Drawing Instruction. **Educational Technology & Society**, 9 (3), 149-159

Reisa, Z., (2010). Computer supported mathematics with Geogebra. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 9, 1449-1455.

Saha, R.; Ayob, A.; & Tarmizi, R. (2010). The Effects of GeoGebra on Mathematics Achievement: Enlightening Coordinate Geometry Learning. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 8, 686–693.

Seo, J., (2008). **Effects of multimedia software on word problem-solving performance for students with mathematics difficulties**. Ph.D Dissertation, University of Texas at Austin, 3324680.

Shirvani, H. (2010). The Effects of Using Computer Technology with Lower-Performing Students: Technology and Student Mathematics Achievement. **The International Journal of Learning**, 17(1), 143-154.

Thomas, L., (2007). **The effect of presenting worked examples for problem solving in a computer game.** Ph.D Dissertation. The University of Southern California. USA.

Travers, K. (2010). Mathematics Education and the Computer Revolution. **School Science and Mathematics**. 71(1), 24-34.

Tuan, N., (2011). Developing Spatial imagination in Children Aged 5-6 Years by Formatting Shape Representations. **Proceedings**, 13, 153-156.

Vallee G.; Kelly, R.; Porter;, J., & Fonzi, J. (2007). Visual-spatial representation in mathematical problem solving by deaf and hearing students. **The Journal of Deaf Students and Deaf Education**, 12(4), 432-448.

Van Garderen, D. (2006). Spatial visualization, visual imagery, and mathematical problem solving of students with varying abilities. **Journal of Learning Disabilities**, 39(6), 496-506.

Yuda, M., (2011). Effectiveness of Digital Educational Materials for Developing Spatial Thinking of Elementary School Students. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 21, 106–109.

الملحقات

الملحق (١)

صحيفة تقييم برمجية تعليمية

حضرة الأخ الفاضل/الأخت الفاضلة.............................

تحية طيبة، وبعد

فيقوم الباحث بإعداد أطروحة دكتوراه موسومة بـ " **أثر برنامج تعليمي مُدعّم بالتأثيرات الضوئية Illuminations في حلّ المسألة الرياضية والقدرة المكانية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في فلسطين**"، وتحقيقاً لهدف تم بناء برمجية تعليمية وفق التأثيرات الضوئية لوحدة الجبر في كتاب الرياضيات للصف السابع الأساسي، ونظراً لما تتمتعون به من خبرة في مجال تعليم الرياضيات وتدريسها وكذلك في مجال التقنية التربوية، ولما لرأيكم من أهمية في مجال البحث، وللرغبة بالاستنارة برأيكم السديد والإفادة من خبرتكم في هذا المجال، فآمل من حضرتكم التكرم بإبداء الرأي والمشورة من خلال إطلاعكم على البرمجية التعليمية، وتعبئة الاستبانة المرفقة.

الباحث

سهيل حسين صالحة

إشراف

الدكتور عدنان عابد

الفقرة	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
أولاً: دقة المحتوى					
عرض المعلومات متوازن.					
لها علاقة بأهداف المنهاج.					
العرض مناسب ومتوازن للثقافة والأخلاق.					
القواعد اللغوية صحيحة.					
المعلومات خالية من الأخطاء.					
المفاهيم والمفردات مناسبة لقدرات المتعلم.					
المعلومات تتناسب مع عمر المتعلم.					
المعلومات لها عمق وهدف مناسب.					
عرض منطقي ومتسلسل للمعلومات.					
تحوي نشاطات مختلفة ذات خيارات متدرجة من السهولة للصعوبة.					
ثانياً: تقييم تنظيم وعرض المحتوى					
تركيب المحتوى واضح ومفهوم.					
التركيب يسمح بالتنقل بحرية بين الفقرات.					
التركيب يسمح بالتقدم والإعادة ورؤية الأمثلة.					
تراعي الفروق الفردية بين المتعلمين.					
ترعي الدافعية للمتعلمين.					
أ- التفاعل					
التفاعل يتناسب مع إدراك ونضج الطلبة					
تعطي فرصة للتفاعل كل ٤ شاشات على الأكثر					
تحوي مقاطع صغيرة مبنية بطريقة الأسئلة والمراجعة والملخص					
طرح أسئلة مرنة لا تشتت عملية التعلم.					
تعطي فرصة للمتعلم باكتشاف المعلومة.					
ب- تشغيل البرمجية					
تحوي مفتاحا لإعادة رؤية أهداف الدرس.					
تحوي مفتاحا للملخص والمراجعة عند اللزوم.					
تحوي مفتاحا للعودة للصفحة الرئيسة.					
تحوي مفتاحا للتحرك للأمام والخلف.					
تحوي مفتاحا للانتقال بين الدروس بتسلسل.					
ج- التغذية الراجعة					
توفر التغذية الراجعة الفورية.					
تتدرج التغذية الراجعة حسب الأهداف.					
التغذية الراجعة في حال الإجابة الصحيحة.					
التغذية الراجعة في حال الإجابة الخاطئة.					
تعطي فرصة لتقييم النتيجة.					
د- تصميم الشاشة					
الشاشات واضحة المفهوم.					
عرض الشاشات يثير انتباه الطلاب.					
عرض المعلومات يحث على الاستجابة.					
تصميم الشاشات يحمل حجم ونمط الخط المناسب.					
تصميم الشاشات يعطي القدرة على قراءة المعلومات.					
ألوان العرض في الشاشات متسقة.					
تدرج وتناسق الألوان في الشاشات مناسب.					
عدد الألوان في كل شاشة لا يزيد عن ستة ألوان.					
نوعية الخط والرسوم والصور وأرضية الشاشات جيد.					

لقطات الفيديو تدعم عرض المعلومات.					
الصوت له معنى يتعلق بالعرض.					
التكامل بعرض المعلومات.					
ثالثاً: تقييم العملية التعليمية					
سهلة التعلم.					
فعالة الاستخدام تتدرج من السهل إلى الصعب.					
شاملة بحيث تسمح لعدد كبير من استخدامها والإفادة منها.					
الطالب لا يقع بأخطاء كبيرة أثناء الاستخدام.					
توفر الرضا لدى المتعلمين.					
توفر المتعة للمتعلمين.					

ملحوظات أخرى:

....

....

....

الملحق (٢)

تحليل محتوى وحدة الجبر في كتاب الرياضيات

للصف السابع الأساسي

الدرس	مفاهيم	تعميمات	خوارزميات ومهارات
الحد الجبري	الحد الجبري، المتغير، المقدار الجبري	- قانون مساحة المستطيل. - قانون مساحة المربع. - قانون محيط المستطيل.	- التعبير عن الجمل اللفظية. - إيجاد مساحة مستطيل - إيجاد مساحة مربع - إيجاد محيط مستطيل
القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية	القيمة العددية، التعويض، العبارة الرياضية	- قانون مساحة المثلث. - قانون مساحة المستطيل. - قانون مساحة المربع.	- إيجاد قيم عددية لحدود جبرية. - إيجاد قيم عددية لمقادير جبرية. - التعبير عن الجمل اللفظية بعبارات رياضية. - التعبير عن أشكال هندسية بمقادير جبرية.
الحدود الجبرية المتشابهة	الحدود الجبرية المتشابهة، الأس، المعامل		- تمييز حدود جبرية متشابهة. - كتابة حدود جبرية متشابهة.
جمع الحدود والمقادير الجبرية وطرحها	معامل الحد الجبري.	- قاعدة جمع الحدود الجبرية المتشابهة. - قاعدة طرح الحدود الجبرية المتشابهة.	- جمع حدود جبرية. - طرح حدود جبرية. - جمع مقادير جبرية. - طرح مقادير جبرية. - إيجاد محيطات أشكال هندسية.
ضرب المقادير الجبرية	المقدار الجبري	- قانون توزيع الضرب على الجمع. - قاعدة ضرب المقادير الجبرية. - مساحة المستطيل. - مساحة المربع. - مساحة المثلث.	- ضرب مقادير جبرية. - حساب مساحة شكل هندسي. - فك الأقواس. - التعبير عن حجوم مجسمات بالرموز. - رسم أشكال هندسية ومجسمات وفق مقادير جبرية معطاة.

حل المعادلات في مجموعة الأعداد الصحيحة ص	المعادلة، حل المعادلة	- خصائص حل المعادلات.	- تكوين معادلات باستخدام مقادير جبرية. - كتابة عبارات رياضية تعبر عن مساواة. - إيجاد مجموعة حل معادلة.
الفرق بين مربعين	مفكوك المقدار الجبري.	- قاعدة الفرق بين مربعين.	- استخدام الرسم لإيجاد مفكوك الفرق بين مربعين. - تحليل الفرق بين مربعي عددين. - تحليل الفرق بين مربعين جبريين. - إيجاد نواتج باستخدام قاعدة الفرق بين مربعين.

الملحق (٣)

البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية

يعرض هذا الملحق وصفاً للبرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، ويشمل أهـداف البرنامج التعليمي (المخرجات)، ومقدمة نظرية عن التأثيرات الـضوئية، وعمليـات البرنـامج التعليمي من بناء وتنفيذ، ووصف دروس الجبر وفق التأثيرات الضوئية، وأنشطة تعليمية إضافية مرافقة.

القسم الأول: أهداف البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية:

يهدف هذا البرنامج إلى تحقيق هدفين رئيسين هما:

١- تحسين قدرة الطلبة على حل المسألة الرياضية.

٢- تحسين القدرة المكانية لدى الطلبة.

القسم الثاني: مقدمة نظرية عن التأثيرات الضوئية Illuminations:

تُعد التأثيرات الضوئية إحدى مستحدثات برامج الحاسوب في تعليم الرياضـيات وتطويـع لقدراته، والتي أشار إليها المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM، وقـدّمها علـى أنهـا أنشطة ودروس حاسوبية، تعمل على تحسين قدرة المتعلم على فهم الرياضيات، بما تتضمنه من رموز ومجردات (NCTM, 2008).

وووفقاً لما عرضه المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM عن التأثيرات الضوئية، فإنها تُصمم فنياً وفق تفاعل بين برنامجي فلاش Flash، وجافا Java، وتُقدم إليكترونياً مباشـرة Online، وبذلك فهي بيئة الكترونية تفاعلية من خلال المؤثرات الصوتية، والصور، والرسـوم المتحركة، وباستخدامها يمكن تصميم تطبيقات ديناميكية تُمثل المجـسّمات الرياضـية، وتبنـي الأشكال الهندسية وتُحركها (NCTM, 2010).

وقد تناسب تقديم التأثيرات الضوئية مع معايير المحتوى التي أعلنهـا المجلـس الـوطني لمعلمي الرياضيات NCTM في عام ٢٠٠٠، فهناك أمثلة إليكترونية عن التأثيرات الضوئية في الأعداد والعمليات عليها، والجبر، والهندسة، والقياس، وتحليل البيانات والاحتمالات، وللمرحلـة الدراسية من رياض الأطفال إلى الصف الثاني الثانوي (Killer, Hart & Martin, 2011).

وانسجاماً مع تلك المعايير، فقد عُرض (١٠٧) مثالاً إليكترونياً على الموقع الإليكترونـي للمجلس الوطني لمعلمـي الرياضـيات (http://illuminations.nctm.org)، وصُـنفت تلـك

الأمثلة وفق معايير المحتوى والمرحلة الدراسية التي تناسبها، وتضمن كل مثال التأثير الضوئي كنشاط، بالإضافة إلى تقديم التفسير الرياضي للمثال، وفيما يلي عرض لعددٍ من الأمثلة الإليكترونية للتأثيرات الضوئية مع وصفها وطريقة التشغيل.

مثال ١:

عنوان النشاط: الكسور المتكافئة

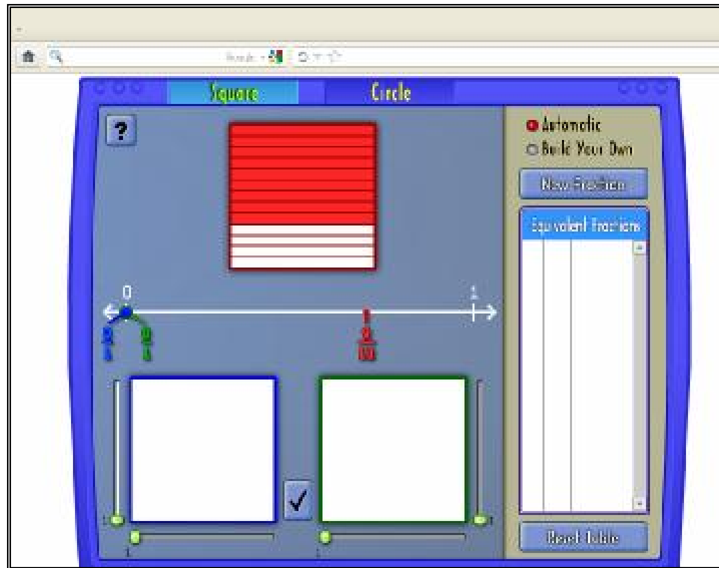
المرحلة (٣-٥)

معيار المحتوى: الأعداد والعمليات عليها

الهدف:

بناء كسور متكافئة من خلال تقسيم مربعات أو دوائر أو تظليلها، وملائمة كل كسر مع النقطة التي تمثله على خط الأعداد.

التأثير الضوئي:



الشكل (١)

التأثير الضوئي للكسور المتكافئة

طريقة التشغيل:

يختار المتعلم الشكل الذي يريد التمثيل به (دوائر أو مربعات)، ثم يختار مصدر المثال (التأثير الضوئي أو المتعلم نفسه)، وبعد ذلك يقوم المتعلم بتحريك التدريج إلى أن يتطابق الكسر الذي أراد تمثيله مع التظليل أو التقسيم الذي طُلب، ومن ثم يمثله على خط الأعداد.

مثال (٢)

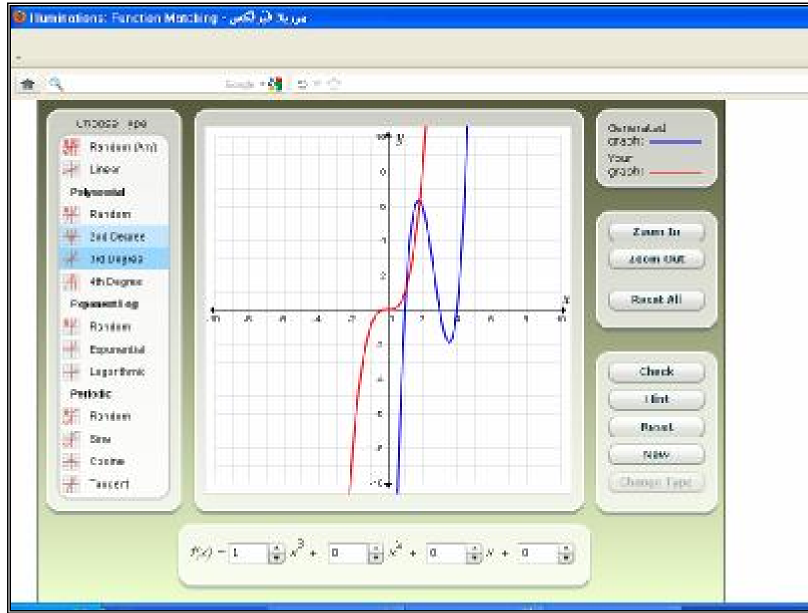
عنوان النشاط: رسم الاقترانات

المرحلة (٩-١٢)

معيار المحتوى: الجبر

الهدف: رسم اقترانات مختلفة النوع والدرجة.

التأثير الضوئي:



الشكل (٢)

التأثير الضوئي لرسم الاقترانات

طريقة التشغيل:

يكتب المتعلم معاملات الاقتران الذي يريد رسمه وتمثيله إلى الدرجة الرابعة، كما بإمكانه أن يختار نوع الاقتران كثير الحدود (الدرجة الأولى إلى الدرجة الرابعة أو عشوائي)، والاقتران (أسي أو لوغاريتمي)، واقتران مثلثي (الجيب، جيب التمام، الظل).

مثال (٣)

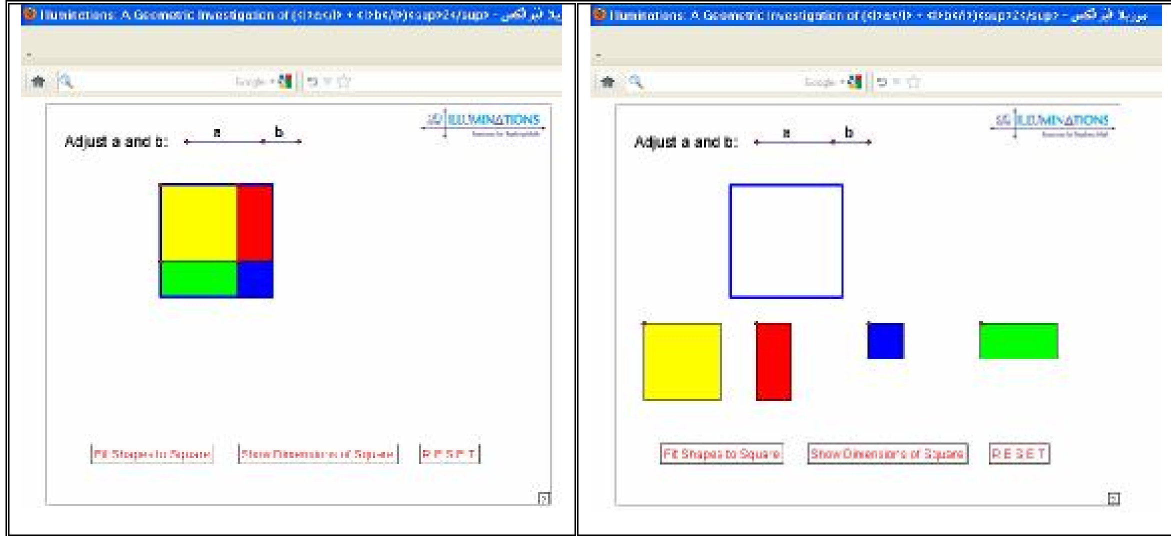
عنوان النشاط: استقصاء هندسي لتحليل المقدار (أ + ب)^{٢}

المرحلة (٦-٨)

معيار المحتوى: الجبر

الهدف: تحليل المقدار (أ + ب)^{٢} بحيوية وتمثيل هندسي

التأثير الضوئي:



الشكل (٣)

التأثير الضوئي لتحليل المقدار (أ + ب)^{٢}

طريقة التشغيل:

يحدد المتعلم طولي ضلعي المربعين (أ^{٢}، ب^{٢})، ونتيجة لذلك تختلف مساحات الأشكال الهندسية التي تمثل (أ^{٢}، ب^{٢}، أ ب)، ومن ثم يضغط المتعلم على مفتاح " تطابق "، وتتحرك الأشكال لتعبأ المربع ذي الأضلاع زرقاء اللون، وبذلك يستنتج المتعلم أن:

(أ + ب)^{٢} = أ^{٢} + ب^{٢} + ٢ أ ب

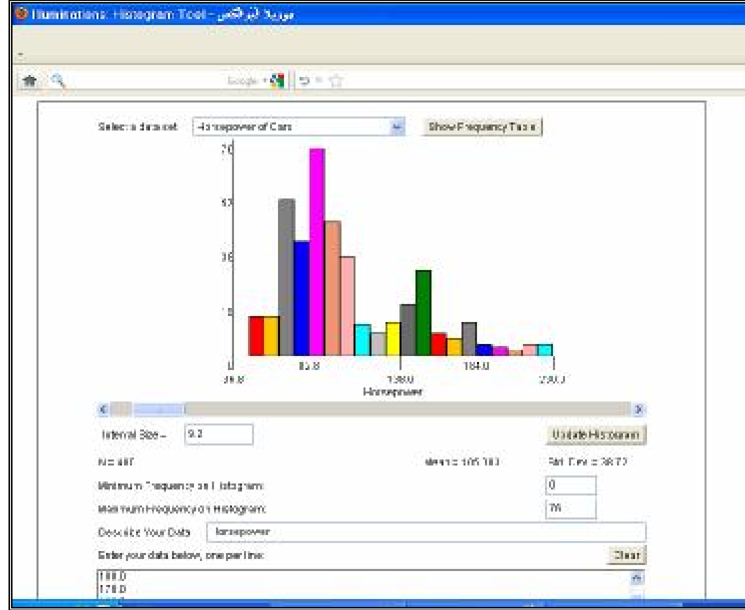
مثال (٤):

عنوان النشاط: تمثيل البيانات بالأعمدة

المرحلة: ٣-١٢

معيار المحتوى: تحليل البيانات والاحتمالات

التأثير الضوئي:



الشكل (٤)

التأثير الضوئي لتمثيل البيانات بطريقة الأعمدة

طريقة التشغيل:

يستطيع المتعلم أن يمثل بيانات جاهزة، ويقرأ معطياتها ونتائجها، أو يقوم بكتابة بيانات خاصة من عنده، ويستقصي مقاييس النزعة المركزية والتشتت المرتبطة ببياناته.

ولمزيد من الأمثلة الإليكترونية للتأثيرات الضوئية يمكن زيارة الموقع http://illuminations.nctm.org

القسم الثالث: عمليات البرنامج المُدعّم بالتأثيرات الضوئية

١ - العملية الأولى: بناء البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية:

بدأت خطوات بناء البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية، بتصفح التأثيرات الضوئية ضمن الموقع الإليكتروني للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM، والمتمثل في http://illuminations.nctm.org، ودراسة ما تضمنه الموقع من أمثلة إليكترونية على التأثيرات الضوئية، وذلك لتحقيق عدد من الأهداف، هي:

- تعرف لُغات البرمجة التي كُتبت بها التأثيرات الضوئية.
- دراسة طريقة تنفيذ الأنشطة الإليكترونية.

- تقصي طرق تشغيل التأثيرات الضوئية.
- تعرف كيفية تصميم دروس الرياضيات وفق التأثيرات الضوئية.

وقد تم السير في بناء البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية وفق الخطوات الآتية:

الخطوة الأولى:

استشارة عدد من المبرمجين عن لغة جافا وبرنامج فلاش وإمكاناتهما في مجال بناء الأشكال والمجسمات الهندسية وتحريكها ونقلها، وطريقة تصميم دروس الرياضيات وفقهما، وقد أطلع الباحث المبرمجين على التأثيرات الضوئية في الموقع الإليكتروني الخاص بها، وقد هدفت محاولات الباحث وراء استشارة المبرمجين إلى إمكانية عمل التأثيرات الضوئية من النمط المباشر Online إلى النمط العادي Offline، حيث لا يصبح هناك حاجة للشبكة العنكبوتية لتصفح التأثيرات الضوئية وتشغيلها، في البيئة المدرسية، والتي قد لا يتوفر بها شبكة انترنت، وعلاوة على ذلك تحويل التأثيرات الضوئية من العمل باللغة الإنجليزية إلى اللغة التي يتعلم بها الطلبة وهي اللغة العربية.

الخطوة الثانية:

تجريب عمل برمجة لتأثير ضوئي لفكرة رياضية تمثلت في تعميم رياضي، وقد عمل الباحث مع مبرمج ومصمم، لإخراج التأثير الضوئي بصورة فنية تربوية لائقة، ومرت التجربة وفق عدد من أوامر البرمجة وتعليماتها، مع إضافة التلوين، وتم تعديل المثال مرتين برمجياً، وعُرض على عدد من تربويي الرياضيات من مدرسين في الجامعات ومشرفين ومعلمين.

الخطوة الثالثة:

اختيار وحدة دراسية تُستثمر فيها أكبر قدر من إمكانات التأثيرات الضوئية، وترتبط بمتغيرات مهمة في تعلم الطالب للرياضيات، وفد وقع الاختيار على وحدة الجبر للصف السابع الأساسي، خاصة أنّ بها عدداً مناسباً من الدروس والأمثلة الغنية بما يُمكن تمثيله وتطويع التأثيرات الضوئية وفقه.

الخطوة الرابعة:

تحليل محتوى وحدة الجبر للصف السابع الأساسي بما تضمنته من مفاهيم وتعميمات وإجراءات وحل مسائل، وحصر الأمثلة التي وردت على كل درس من الدروس؛ تمهيداً لبرمجتها لتكون تأثيراً ضوئياً.

الخطوة الخامسة:

دراسة مكونات البرنامج التعليمي وعناصره، قبل البدء في بناء البرنامج كنظام تربـوي، وبعـد كتابة الباحث للبرنامج التعليمي بمدخلاته وعملياته ومخرجاته، فقد عُرض على متخصص فـي التخطيط التربوي وبناء البرامج التربوية، وتم تعديل البرنامج التعليمي ليعكس متغيرات الدراسة في مدخلاته وعملياته ومخرجاته.

الخطوة السادسة:

وتتصف هذه الخطوة بأنها تشمل مراحل التصميم، والتجهيز والإعداد، وكتابـة السيناريو مـن مراحل إعداد البرمجية، وتمثلت في تكوين فريق مكوّن من الباحث ومصمم ومبرمج، لبرمجـة أمثلة دروس الجبر في الصف السابع الأساسي وفق التأثيرات الضوئية، وقد اسـتغرق برمجـة المثال الواحد مع تفرعاته (٤-٥) ساعات عمل للفريق.

الخطوة السابعة:

تشغيل البرمجية التعليمية بعد الانتهاء من إعدادها، وتوصف هذه الخطوة بأنها مرحلة التنفيذ في مراحل إعداد البرمجية، وتهدف إلى اكتشاف أي خطأ قد نشأ خلال تصميم البرمجيـة، والعمـل على تصويبه قبل عرضها على المحكمين.

الخطوة الثامنة:

تُعد هذه الخطوة مرحلة التجريب والتطوير في مرحلة إعداد البرمجية التعليمية، وهـي التحكـيم الأولى لدروس الجبر التي صُممت وفق التأثيرات الضوئية، وذلك بعرضها على مجموعة مـن العاملين في مجال البرمجة والتصميم، والمشتغلين في تعليم الرياضيات من مدرسي الجامعـات ومشرف الرياضيات ومعلميها للصف السابع الأساسي.

الخطوة التاسعة:

تعديل أمثلة دروس الجبر المصممة بالتأثيرات الضوئية، وفق الملحوظات التي أوردها التحكـيم، مما تطلب عمل الفريق المكوّن من الباحث والمبرمج والمصمم، وتُوّج العمل بإنجـاز التـأثيرات الضوئية لدروس وحدة الجبر للصف السابع الأساسي.

الخطوة العاشرة:

زيارة المدرسة التي ستُنفذ التجربة بها، لعقد جلسات مع معلمـة الرياضـيات للـصف الـسابع الأساسي، وتعريفها بالتأثيرات الضوئية، وتقصي قدرتها على العمل بالتقنية التربوية واسـتعدادها للعمل في التجربة، وإطلاعها على طرق التدريس وفق التأثيرات الضوئية، وإرشادها إلى الموقع الإليكتروني الخاص بها، كما تضمنت زيارة المدرسة فحص إمكانات أجهزة مختبـر الحاسـوب

في المدرسة، وعددها، وتفقد جهاز العرض Data show، وكيفية تنظيم الطالبات في مختبر الحاسوب، تمهيداً لإجراء التجربة.

الخطوة الحادية عشرة:

تنصيب لغة جافا Java وبرمجية فلاش Flash، وفلاش بلاير Flash Player، والمادة الرياضية المُدعّمة بالتأثيرات الضوئية على أجهزة مختبر الحاسوب وبمن فيها جهاز المعلمة الموصول بجهاز العرض، وذلك تحقيقاً لتوفير التأثيرات الضوئية لجميع الطالبات.

الخطوة الثانية عشرة:

إجراء حصة درسية افتراضية دون وجود الطالبات في مختبر الحاسوب، ودراسة إدارة المعلمة للصف في ظل البرنامج التعليمي الجديد.

الخطوة الثالثة عشرة:

عقد لقاء مع مشرف الرياضيات، لإطلاعه على البرنامج التعليمي المُدعَّم بالتأثيرات الضوئية، وطريقة عمل المعلمة وفقه.

الخطوة الرابعة عشرة:

إعداد دليل تدريس دروس الجبر المُدعّمة بالتأثيرات الضوئية، وقد تضمن الدليل العناصر الآتية:

١. عنوان الدرس كما ورد في الكتاب المدرسي.
٢. ترتيب الدرس في الوحدة الدراسية.
٣. موضوع الدرس
٤. أهداف الدرس
٥. المحتوى الرياضي للدرس.
٦. المتطلبات السابقة للتعلم.
٧. الإطارات الحاسوبية المتدرجة لكل مثال جبري دُعِّم بالتأثيرات الضوئية.
٨. الأنشطة التعليمية التي يُطلب إلى الطالبات تطبيقها في تعلم دروس الجبر وفق التأثيرات الضوئية.
٩. أنشطة التقويم التكويني والختامي التي تستخدمها المعلمة، للتأكد من تحقيق الطالبات للأهداف التعليمية.
١٠. الأنشطة الإثرائية التي يُمكن الاستعانة بها، لتحسين قدرة الطالبات على حل المسألة الرياضية وتنمية القدرة المكانية لديهن.

٢ - العملية الثانية: تنفيذ البرنامج التعليمي المُدعّم بالتأثيرات الضوئية:

نُفذّ البرنامج التعليمي على عدد من المراحل:

١. تدريب معلمة الرياضيات للصف السابع الأساسي على تنفيذ دروس الجبر المُدعمّة بالتأثيرات الضوئية.

٢. تمكين معلمة الرياضيات من تفسير أمثلة دروس الجبر المُدعمّة بالتأثيرات الضوئية، والوقوف عند كل منها؛ لفهمها وفق الطريقة الجديدة، وتسهيل تقديمها للطالبات، وتقديم إجابة في حال سؤال الطالبات للمعلمة.

٣. قيام المعلمة بتدريس الطالبات وحدة الجبر وفق التأثيرات الضوئية درساً درساً، وعقد لقاء بعد كل حصة صفية، لمناقشة سير التدريس، والإجابة عن أي استفسارات، وتقويم تفاعل الطالبات مع الطريقة الجديدة.

٣ - العملية الثالثة: وصف دروس الجبر وأمثلتها مُدعمّة بالتأثيرات الضوئية:

تمثل هذه العملية جوهر البرنامج التعليمي، فقد أخذت نصيب الأسد من وقت البحث والدراسة، وأُعيد عليها العمل أكثر من مرة، ورغبة من الباحث في إظهار العمل في سياق تربوي، فسيتم وصف الدروس وفق عناصر تربوية مألوفة وهي:

١. عنوان الدرس كما ورد في الكتاب المدرسي.

٢. ترتيب الدرس في الوحدة الدراسية.

٣. موضوع الدرس

٤. أهداف الدرس

٥. المحتوى الرياضي للدرس.

٦. المتطلبات السابقة للتعلم.

٧. الإطارات الحاسوبية المتدرجة لكل مثال جبري دُعِّم بالتأثيرات الضوئية.

الدرس الأول

الحد الجبري

أهداف الدرس:

- يتعرف الطالب مكونات الحد الجبري.
- يوظف الطالب متغيرات في مسائل رياضية.

المحتوى الرياضي للدرس: مفاهيم المتغير، والحد الجبري، والمقدار الجبري.

المتطلبات السابقة للتعلم: الجملة المفتوحة

١ - الإطارات الحاسوبية للمثال الأول في درس الحد الجبري:

الإطار الأول: يقدم الإطار الأول معلومات المثال الأول كما وردت في درس الحد الجبري، ووظيفة السهم (⇦) الانتقال من خطوة إلى أخرى تليها، وهنا الانتقال من معطيات المثال إلى تمثيلها في الجدول، كما يشير الشكل (5) إلى ذلك

الزمن بالساعات	السرعة بالكيلومترات	الحل

الشكل (5)

الإطار الأول للمثال الأول في درس الحد الجبري

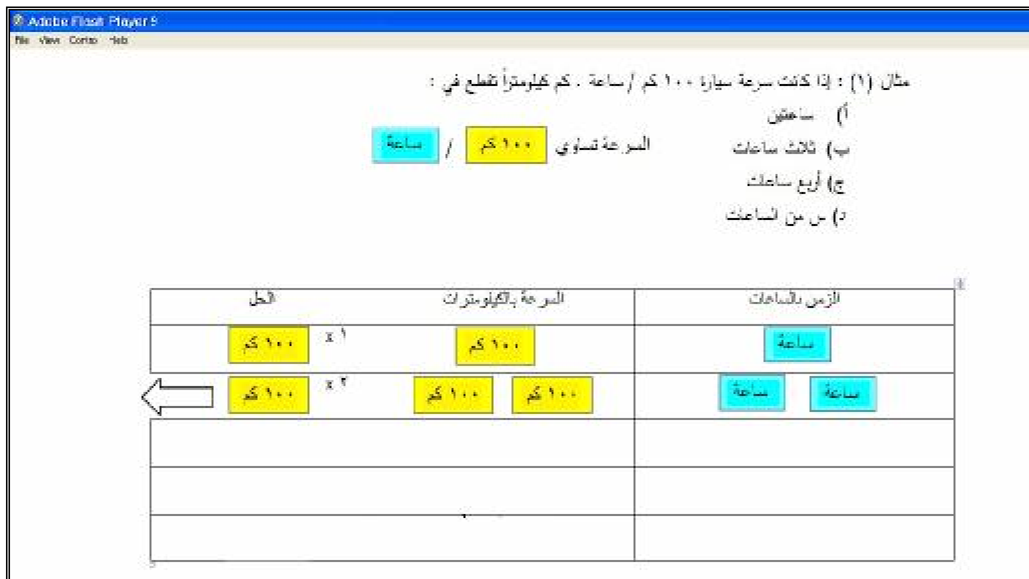
الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى انتقال معلومات المثال إلى الجدول، ويهيأ للانتقال إلى إجابة الفرع الأول (أ) من المثال الأول، ويتضح ذلك في الشكل (٦)



الشكل (٦)

الإطار الثاني للمثال الأول في درس الحد الجبري

الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى الإجابة عن الفرع الأول (أ)، ويهيأ للانتقال إلى إجابة الفرع الثاني (ب) من المثال الأول، ويتضح ذلك في الشكل (٧)



الشكل (٧)

الإطار الثالث للمثال الأول في درس الحد الجبري

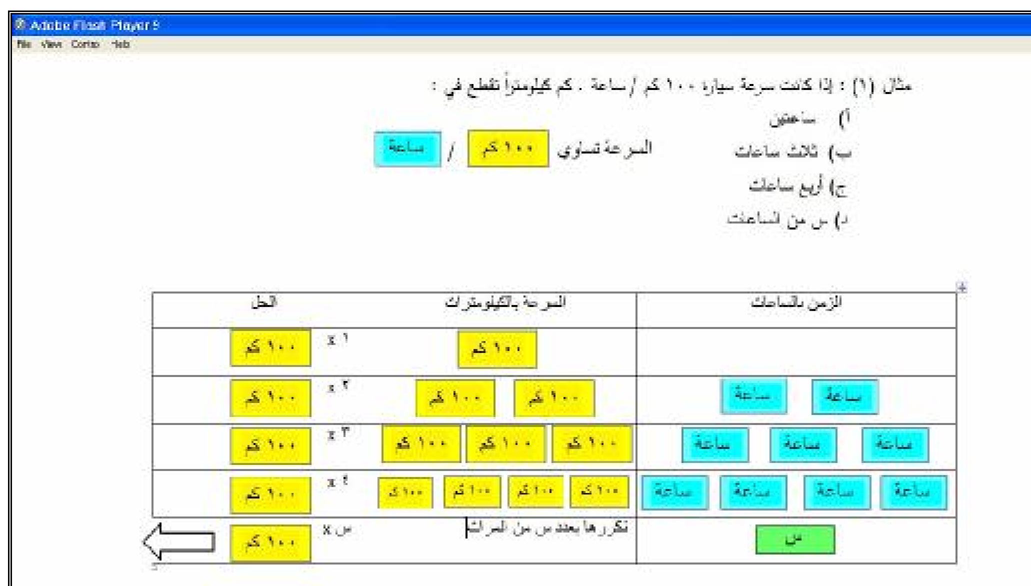
الإطار الرابع: يشير الإطار الرابع إلى الإجابة عن الفرع الثاني (ب)، ويهيأ للانتقال إلى إجابة الفرع الثالث (ج) من المثال الأول، ويتضح ذلك في الشكل (٨)

الشكل (٨)
الإطار الرابع للمثال الأول في درس الحد الجبري

الإطار الخامس: يشير الإطار الخامس إلى الإجابة عن الفرع الثالث (ج)، ويهيأ للانتقال إلى إجابة الفرع الرابع (د) من المثال الأول، ويتضح ذلك في الشكل (٩)

الشكل (٩)
الإطار الخامس للمثال الأول في درس الحد الجبري

الإطار السادس: يشير الإطار السادس إلى الإجابة عن الفرع الرابع (د)، ويهيأ للعودة إلى بداية المثال، ويتضح ذلك في الشكل (١٠)

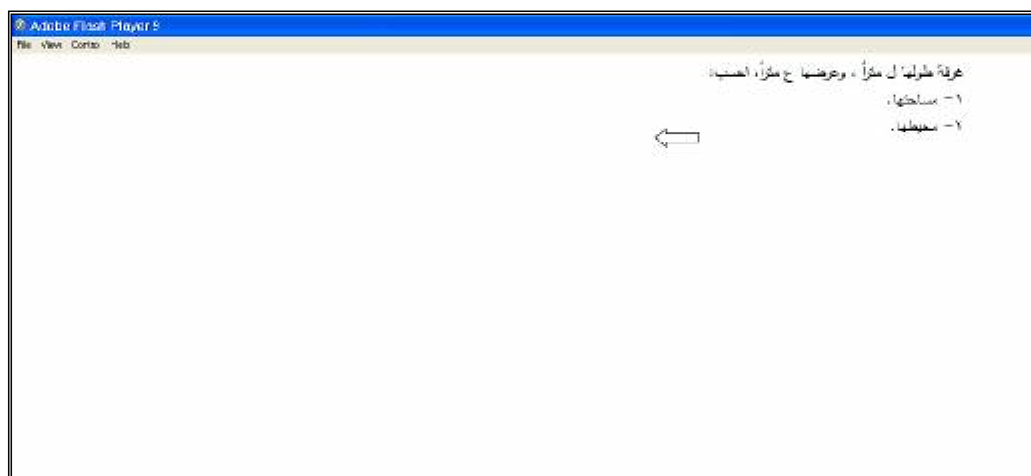


الشكل (١٠)

الإطار السادس للمثال الأول في درس الحد الجبري

٢ - الإطارات الحاسوبية للمثال الثاني في درس الحد الجبري:

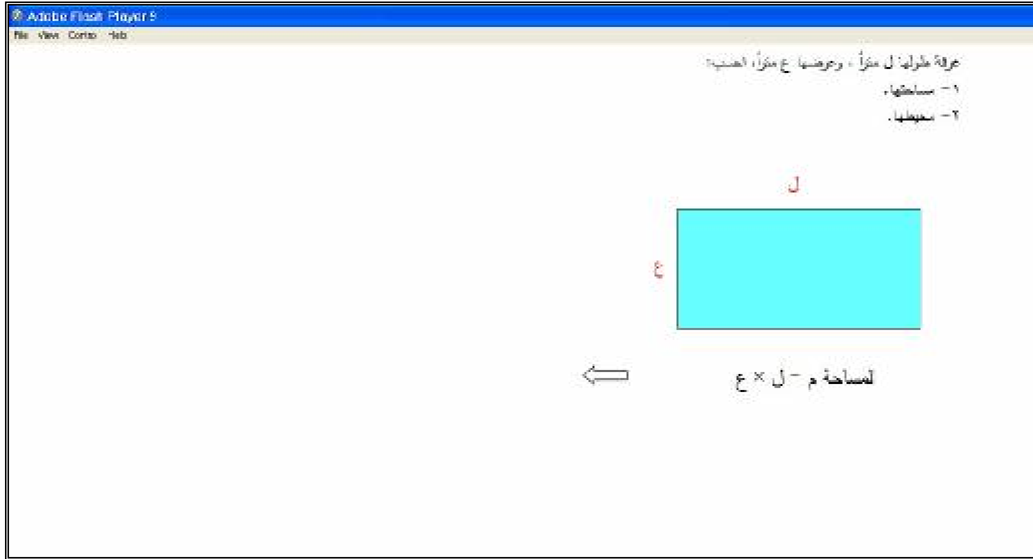
الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى معلومات المثال الثاني المتمثلة في أبعاد غرفة مستطيلة الشكل، ومطلوب مساحتها، مع التهيئة للانتقال لإجابة المطلوب (١)، ويشير الشكل (١١) إلى الإطار الأول للمثال الثاني في درس الحد الجبري



الشكل (١١)

الإطار الأول للمثال الثاني في درس الحد الجبري

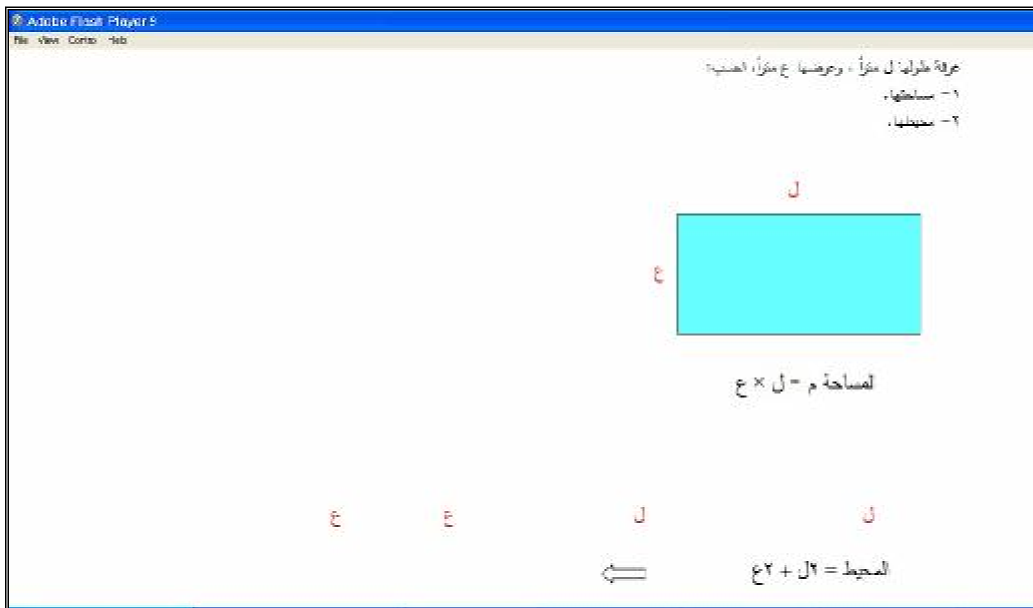
الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى الإجابة عن المطلوب (١)، ويهيأ للانتقال إلى الإجابة عن المطلوب (٢)، ويتضح ذلك في الشكل (١٢)



الشكل (١٢)

الإطار الثاني للمثال الثاني في درس الحد الجبري

الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى الإجابة عن المطلوب (٢)، ويهيأ للعودة إلى بداية المثال، ويتضح ذلك في الشكل (١٣)

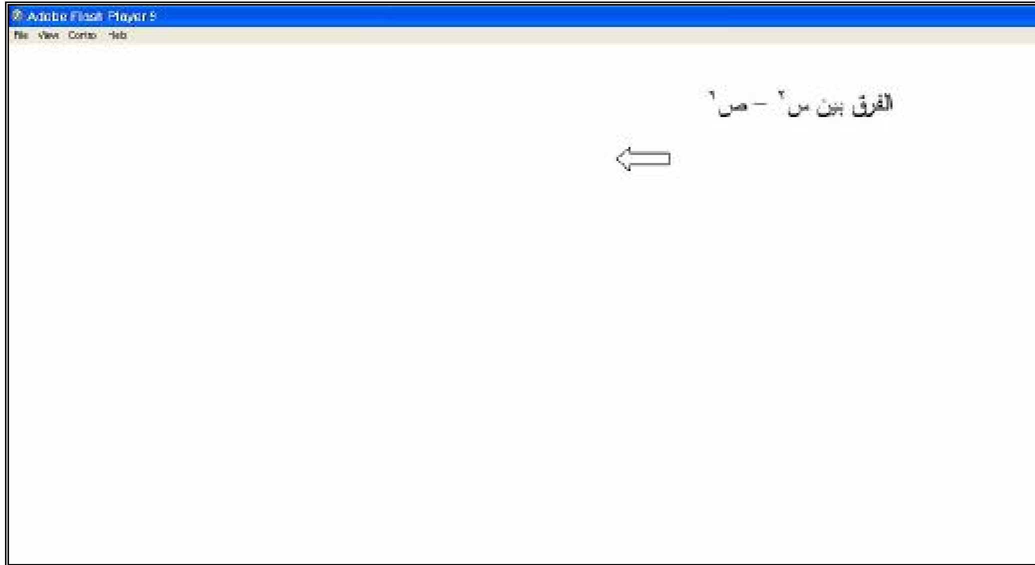


الشكل (١٣)

الإطار الثالث للمثال الثاني في درس الحد الجبري

٣- الإطارات الحاسوبية للمثال الثالث في درس الحد الجبري:

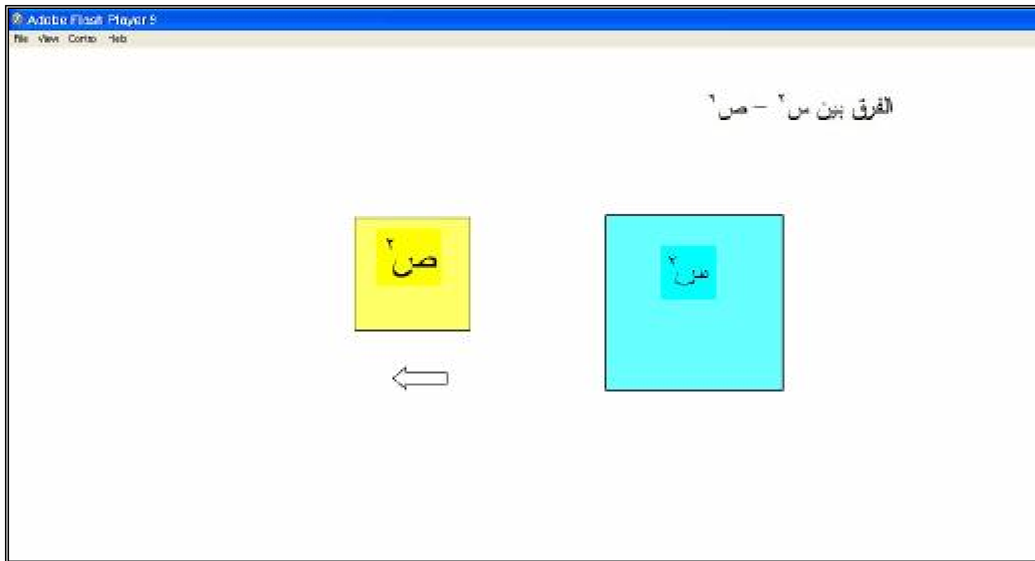
الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى المقدار الجبري س^{٢} - ص^{٢}، ويمثل معطيات المثال، ويهيأ للانتقال إلى الإجابة عن المطلوب، ويتضح ذلك في الشكل (١٤).



الشكل (١٤)

الإطار الأول للمثال الثالث في درس الحد الجبري

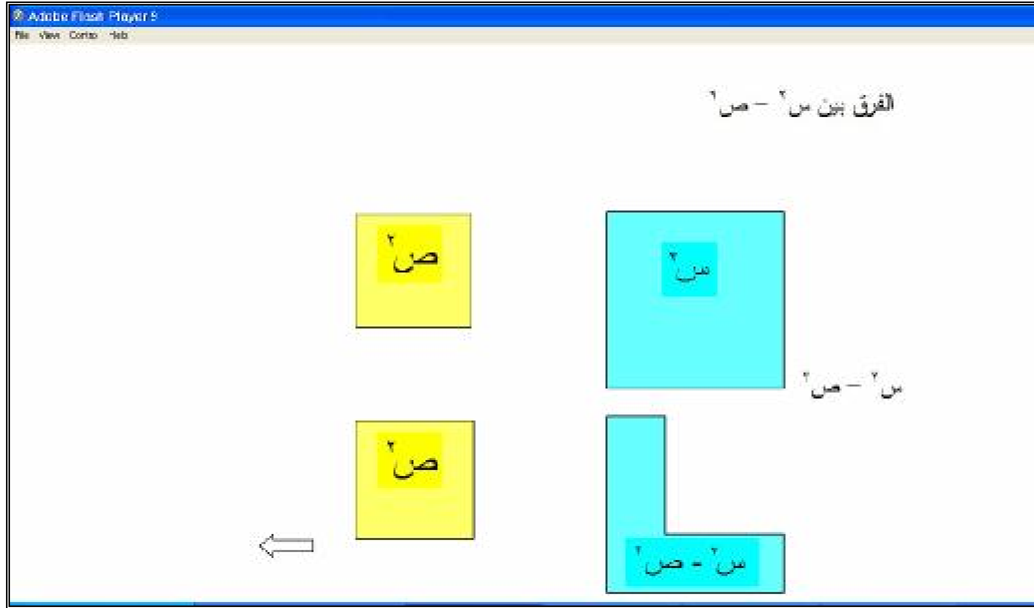
الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى تمثيل المربعين س٢، ص٢، ويهيأ للانتقال إلـى الخطـوة التالية، ويتضح ذلك في الشكل (١٥).



الشكل (١٥)

الإطار الثاني للمثال الثالث في درس الحد الجبري

الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى المساحة التي تمثل الفرق بين المربعين س٢، ص٢، ويهيأ للعودة إلى بداية المثال، ويتضح ذلك في الشكل (١٦).



الشكل (١٦)
الإطار الثالث للمثال الثالث في درس الحد الجبري

الدرس الثاني

القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية

أهداف الدرس:

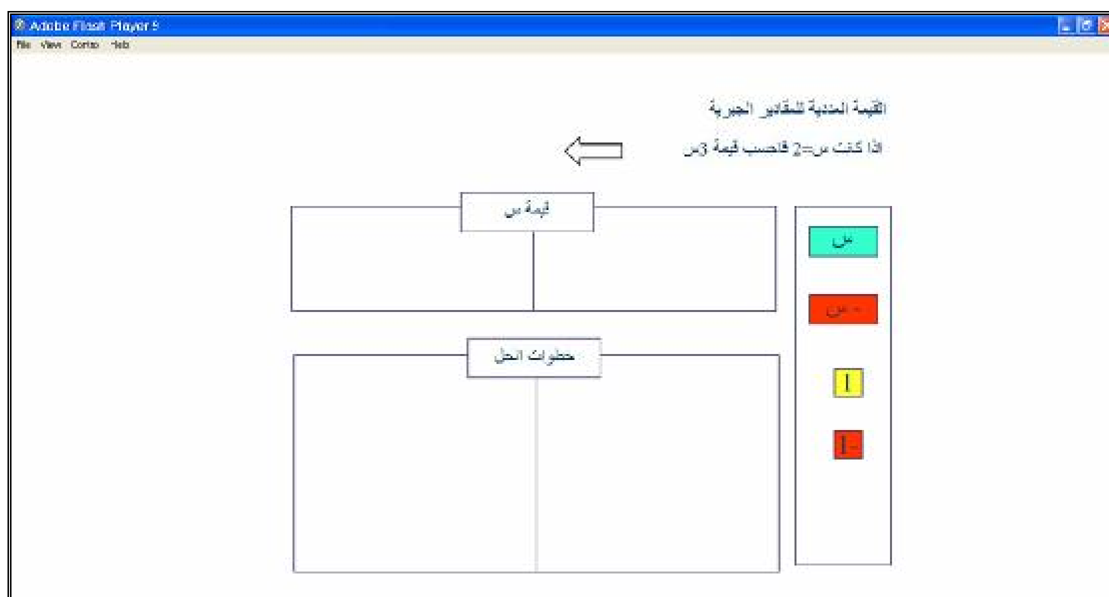
- يجد الطالب القيمة العددية لحد جبري.
- يجد الطالب القيمة العددية لمقدار جبري.

المحتوى الرياضي للدرس: القيمة العددية، التعويض، العبارة الرياضية

المتطلبات السابقة للتعلم: الحد الجبري، المقدار الجبري

١ - الإطارات الحاسوبية للمثال الأول في درس القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية:

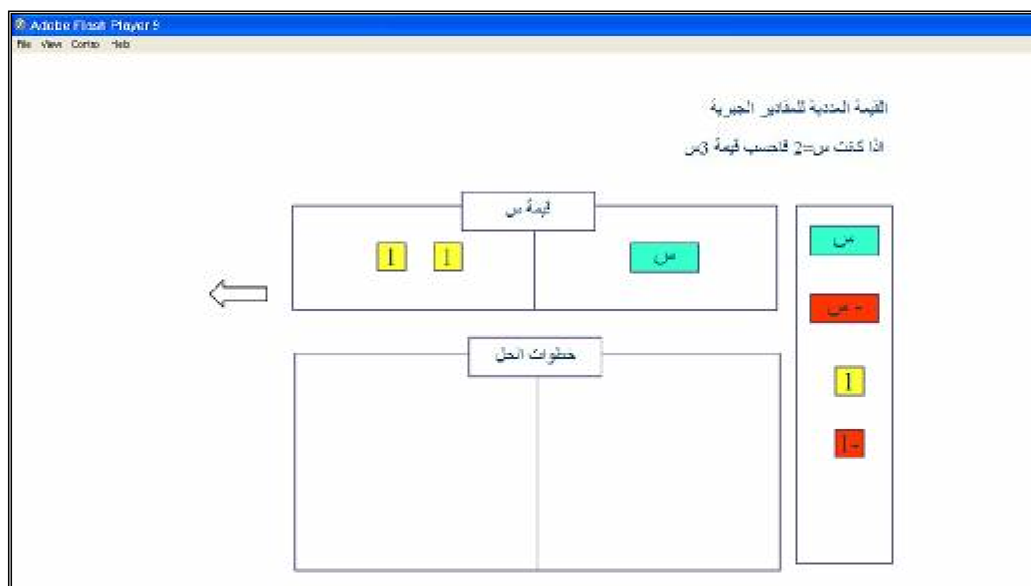
الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى معلومات المثال الأول والمتمثلة في قيمة س، ومطلـــوب حساب قيمة ٣ س، كما يهيأ إلى الانتقال إلى تمثيل قيمة س، ويتضح ذلك في الشكل (١٧).



الشكل (١٧)

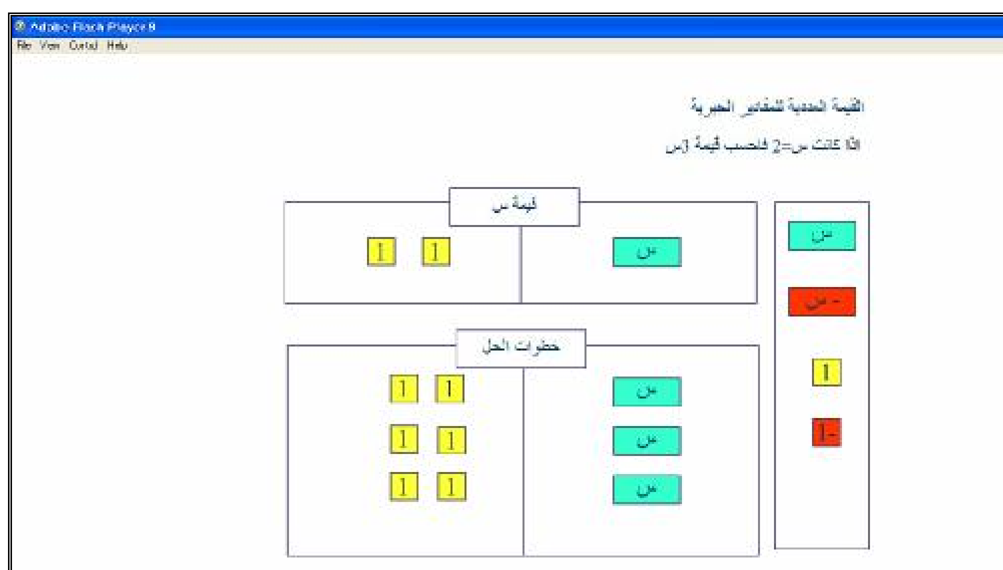
الإطار الأول للمثال الأول في درس القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية

الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى تمثيل قيمة س، ويهيأ إلى الانتقــال إلـــى تمثيــل قيمـــة ٣س، والبدء بخطوات الحل ويتضح ذلك في الشكل (١٨).



الشكل (١٨)
الإطار الثاني للمثال الأول في درس القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية

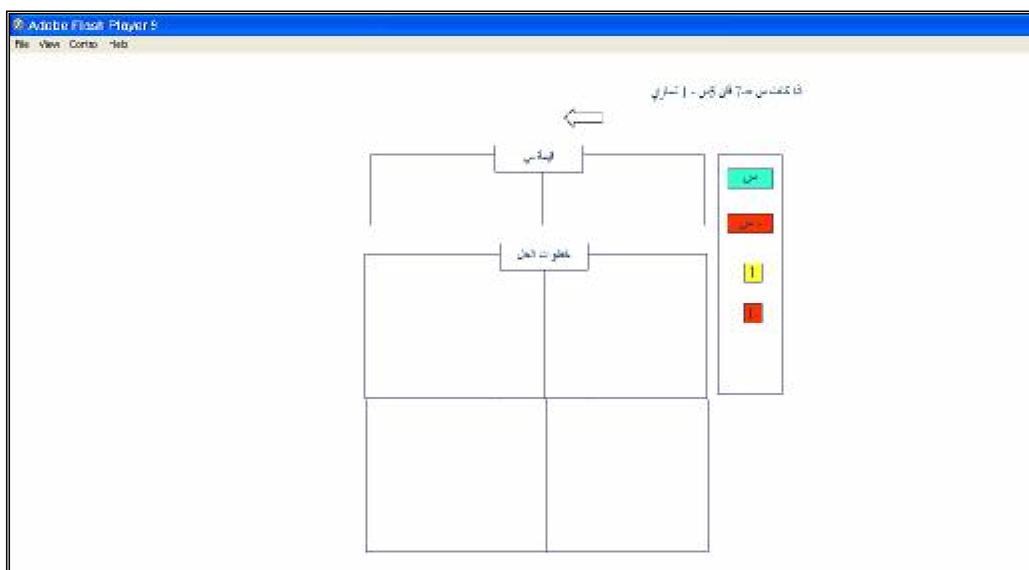
الإطار الثالث: يشير الإطار الثاني إلى تمثيل قيمة ٣ س، ويهيأ إلى الانتقال إلى تمثيل قيمة ٣س، ويتضح ذلك في الشكل (١٩).



الشكل (١٩)
الإطار الثالث للمثال الأول في درس القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية

٢ - الإطارات الحاسوبية للمثال الثاني في درس القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية:

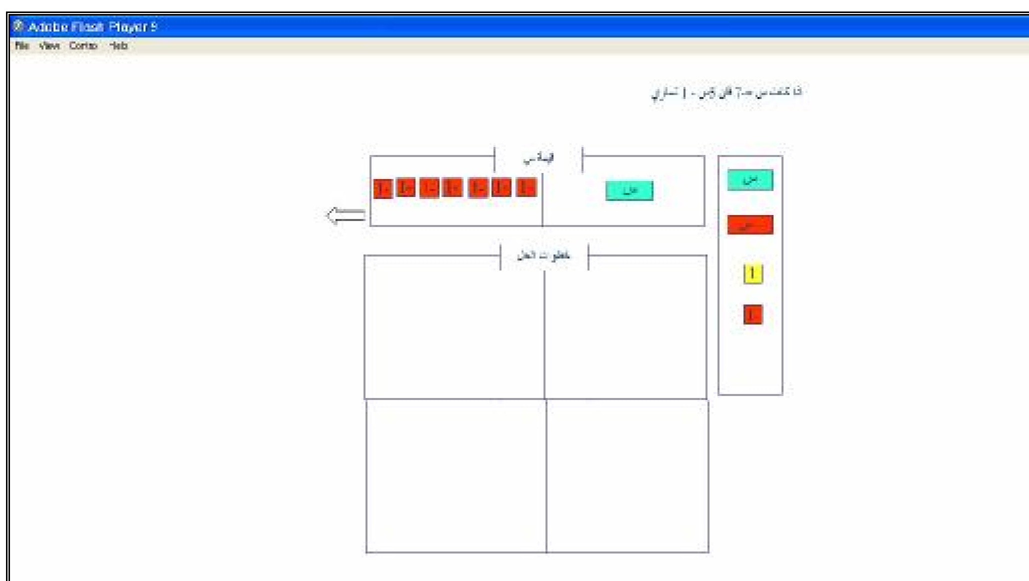
الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى معلومات المثال الثاني والمتمثلة في قيمة س، ومطلوب حساب قيمة ٥ س - ١، كما يهيأ إلى الانتقال إلى تمثيل قيمة س، ويتضح ذلك في الشكل (٢٠).



الشكل (٢٠)

الإطار الأول للمثال الثاني في درس القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية

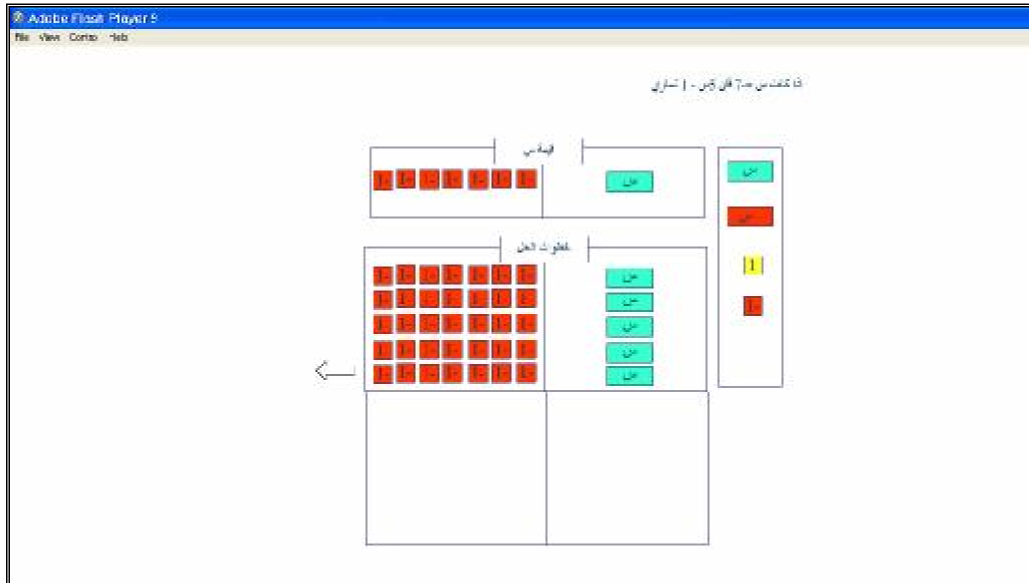
الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى تمثيل قيمة س، كما يهيأ إلى الانتقال إلى خطوات الحل، وإيجاد قيمة المقدار ٥ س، ويتضح ذلك في الشكل (٢١).



الشكل (٢١)

الإطار الثاني للمثال الثاني في درس القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية

الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى تمثيل قيمة ٥ س، كما يهيأ إلى الانتقال إلى خطوات الحل، وإيجاد قيمة المقدار ٥ س – ١، ويتضح ذلك في الشكل (٢٢).



الشكل (٢٢)
الإطار الثالث للمثال الثاني في درس القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية

الإطار الرابع: يشير الإطار الرابع إلى تمثيل قيمة ٥ س - ١، كما يهيأ إلى الانتقال إلـــى بدايـــة المثال، ويتضح ذلك في الشكل (٢٣).



الشكل (٢٢)
الإطار الرابع للمثال الثاني في درس القيمة العددية للحدود والمقادير الجبرية

الدرس الثالث

الحدود الجبرية المتشابهة

هدف الدرس:

- يميز الطالب حدود جبرية متشابهة.

المحتوى الرياضي للدرس: الحدود الجبرية المتشابهة

المتطلبات السابقة للتعلم: الحد الجبري

١ - الإطارات الحاسوبية لمثال درس الحدود الجبرية المتشابهة:

الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى معلومات المثال وهي حدود جبرية متشابهة وغير متشابهة، ومطلوبٌ تمييز الحدود المتشابهة، كما يهيأ إلى الانتقال إلى تمثيل المتغيرات المشتركة، ويتضح ذلك في الشكل (٢٣).



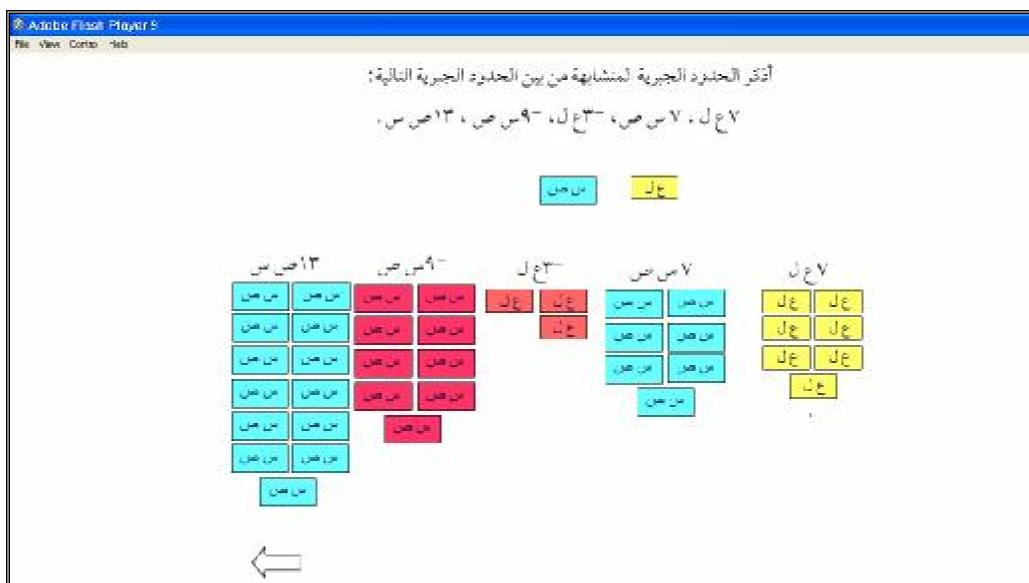
الشكل (٢٣)
الإطار الأول لمثال درس الحدود الجبرية المتشابهة

الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى تمثيل المتغيرات المشتركة، كما يهيأ إلى الانتقال إلى تمثيل الحدود الجبرية، ويتضح ذلك في الشكل (٢٤).



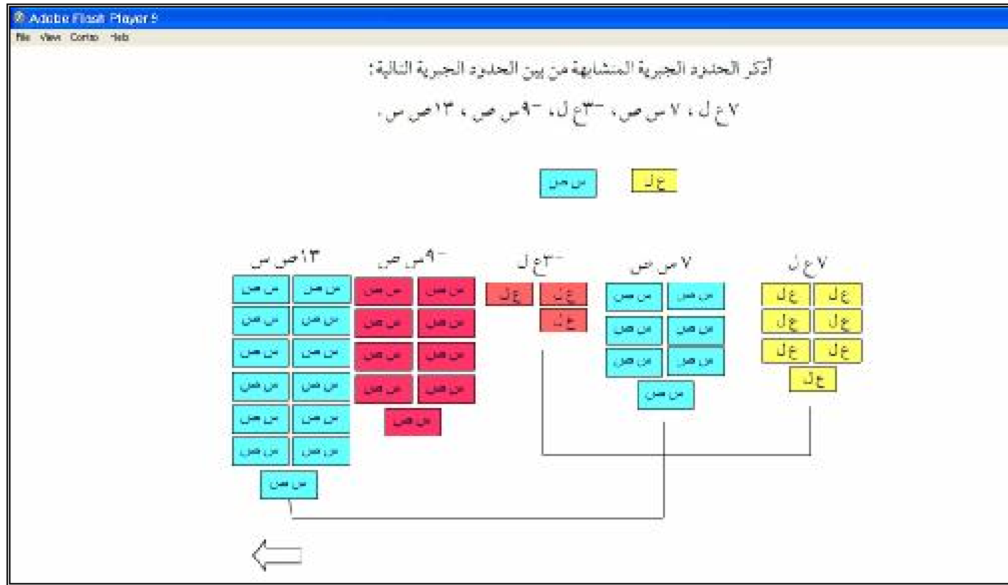
الشكل (٢٤)
الإطار الثاني لمثال درس الحدود الجبرية المتشابهة

الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى تمثيل الحدود الجبرية، كما يهيأ إلى الانتقال إلى تمثيل تمييز المتشابهة منها، ويتضح ذلك في الشكل (٢٥).



الشكل (٢٥)
الإطار الثالث لمثال درس الحدود الجبرية المتشابهة

الإطار الرابع: يشير الإطار الرابع إلى تمثيل تمييز الحدود الجبرية المتشابهة، كما يهيأ إلى العودة إلى بداية المثال، ويتضح ذلك في الشكل (٢٦).



الشكل (٢٦)

الإطار الرابع لمثال درس الحدود الجبرية المتشابهة

الدرس الرابع

جمع الحدود والمقادير الجبرية وطرحها

أهداف الدرس:

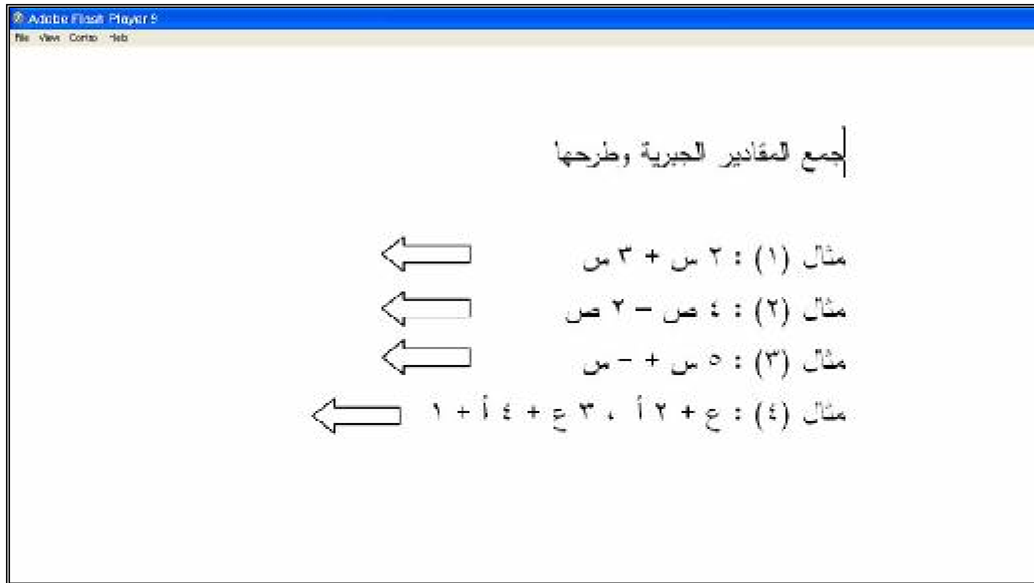
- يجمع الطالب حدود ومقادير جبرية
- يطرح الطالب حداً أو مقداراً جبريا من حدٍ أو مقدارٍ جبري.

المحتوى الرياضي للدرس: جمع الحدود والمقادير الجبرية، طرح الحدود والمقادير الجبرية

المتطلبات السابقة للتعلم: الحدود الجبرية المتشابهة

١ - الإطارات الحاسوبية لأمثلة درس الحدود الجبرية المتشابهة:

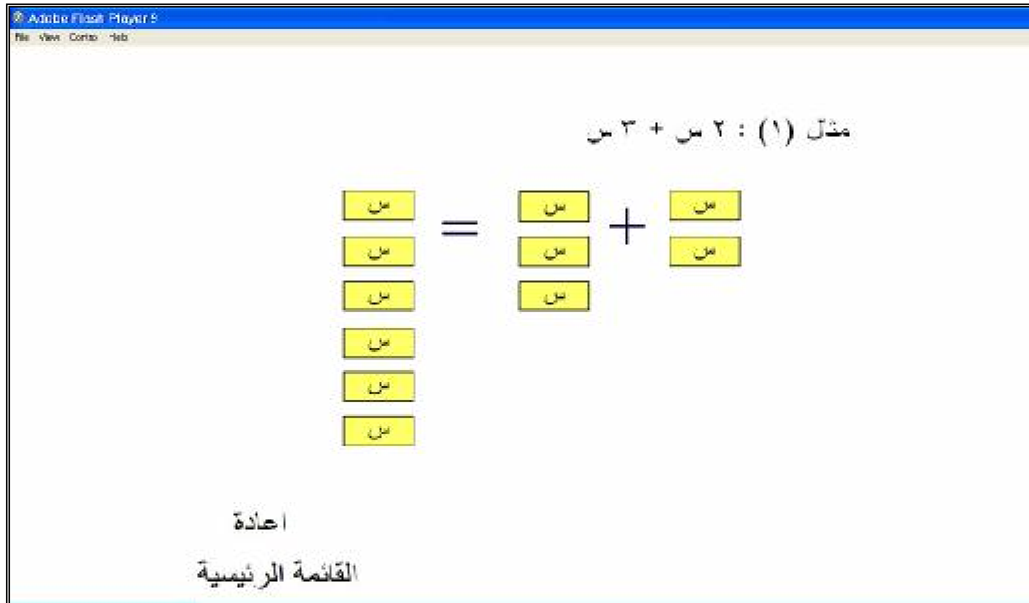
الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى معلومات الأمثلة وهي عمليات جمع أو طرح لحـــدود أو مقادير جبرية، كما يهيأ إلى الانتقال إلى تمثيل الحدود الجبرية في مثال (١) وحله، ويتضح ذلـــك في الشكل (٢٧).



الشكل (٢٧)

الإطار الأول لأمثلة درس جمع الحدود والمقادير الجبرية وطرحها

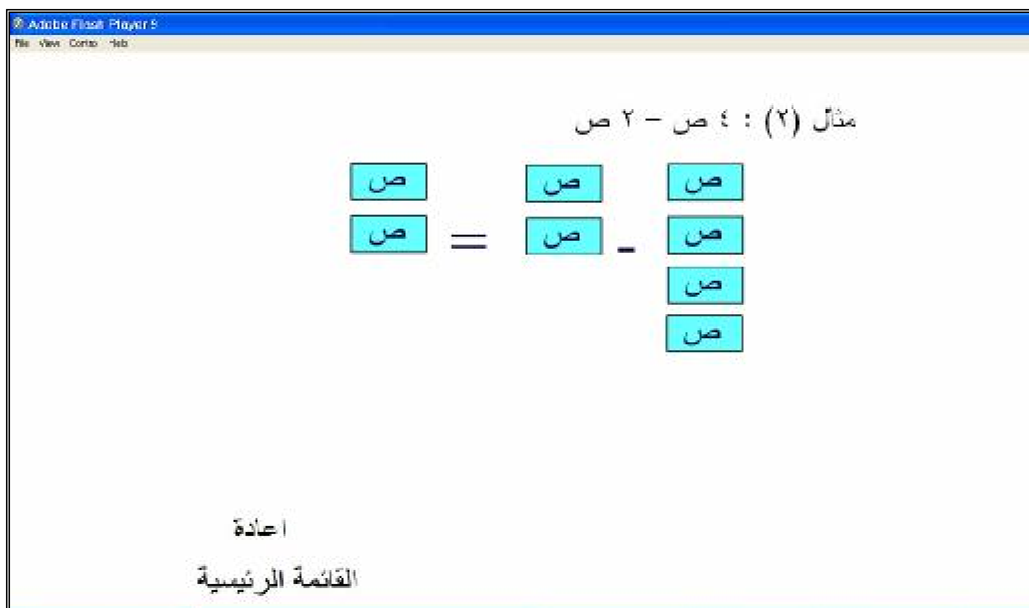
الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى تمثيل الحدود الجبرية في مثال (١)، وإيجاد ناتج الجمـــع، كما يهيأ إلى إعادة مثال (١) مرة أخرى أو العودة إلى الصفحة الرئيسية، ويتضح ذلك في الشكل (٢٨).



الشكل (٢٨)

الإطار الثاني لأمثلة درس جمع الحدود والمقادير الجبرية وطرحها

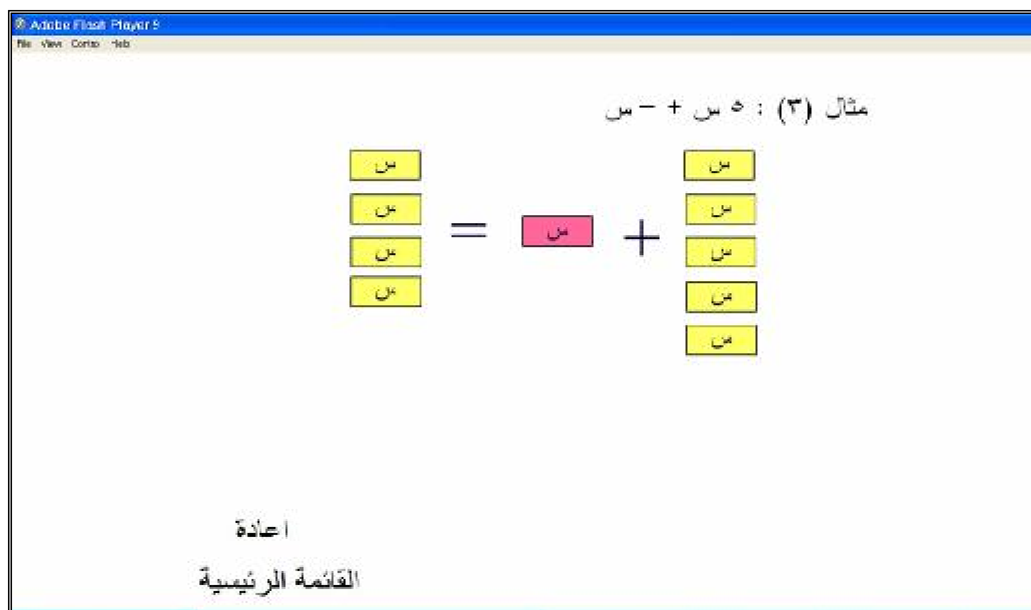
الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى تمثيل الحدود الجبرية في مثال (٢)، وإيجاد ناتج الطرح، كما يهيأ إلى إعادة مثال (٢) مرة أخرى أو العودة إلى الصفحة الرئيسية، ويتضح ذلك في الشكل (٢٩).



الشكل (٢٩)

الإطار الثالث لأمثلة درس جمع الحدود والمقادير الجبرية وطرحها

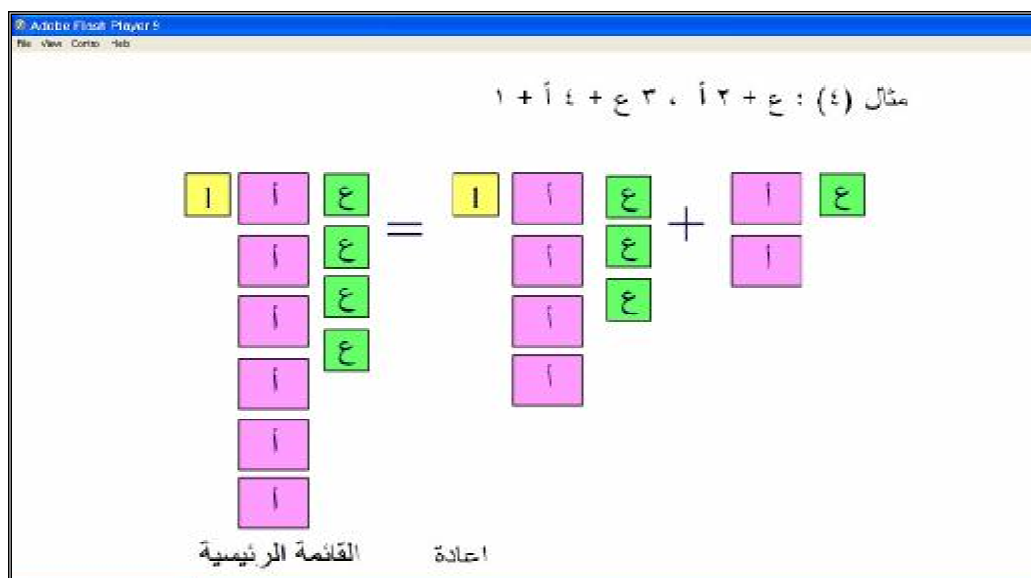
الإطار الرابع: يشير الإطار الرابع إلى تمثيل الحدود الجبرية في مثال (٣)، وإيجاد ناتج الجمع، كما يهيأ إلى إعادة مثال (٣) مرة أخرى أو العودة إلى الصفحة الرئيسية، ويتضح ذلك في الشكل (٣٠).



الشكل (٣٠)

الإطار الرابع لأمثلة درس جمع الحدود والمقادير الجبرية وطرحها

الإطار الخامس: يشير الإطار الخامس إلى تمثيل المقادير الجبرية في مثال (٤)، وإيجاد ناتج الجمع، كما يهيأ إلى إعادة مثال (٤) مرة أخرى أو العودة إلى الصفحة الرئيسية، ويتضح ذلك في الشكل (٣١).



الشكل (٣١)

الإطار الخامس لأمثلة درس جمع الحدود والمقادير الجبرية وطرحها

الدرس الخامس

ضرب المقادير الجبرية

أهداف الدرس:

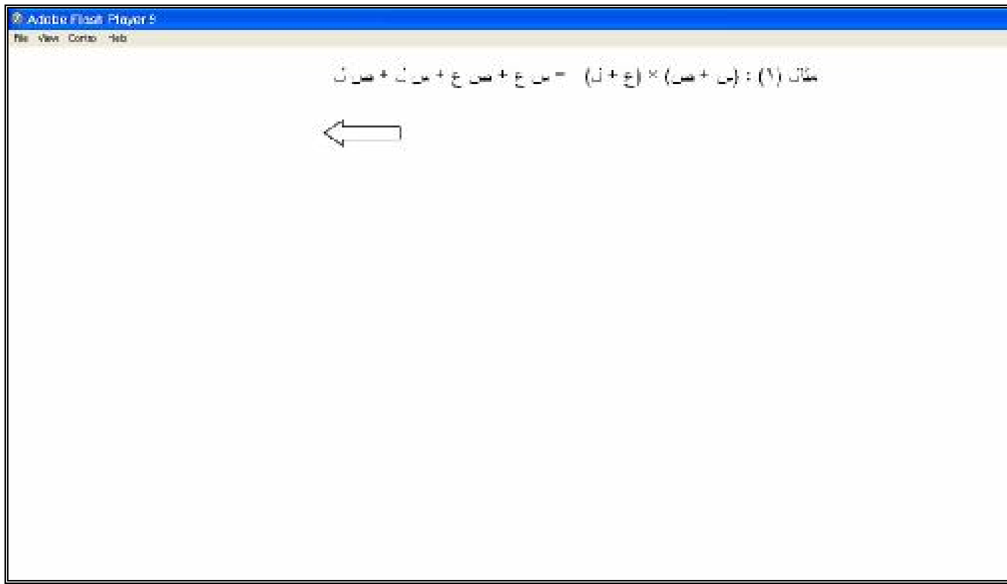
- يجد الطالب ناتج ضرب مقدارين جبريين
- يمثل الطالب مقادير جبرية بمجسمات ومربعات ومستطيلات.

المحتوى الرياضي للدرس: ضرب مقادير جبرية وتمثيلها

المتطلبات السابقة للتعلم: توزيع الضرب على الجمع.

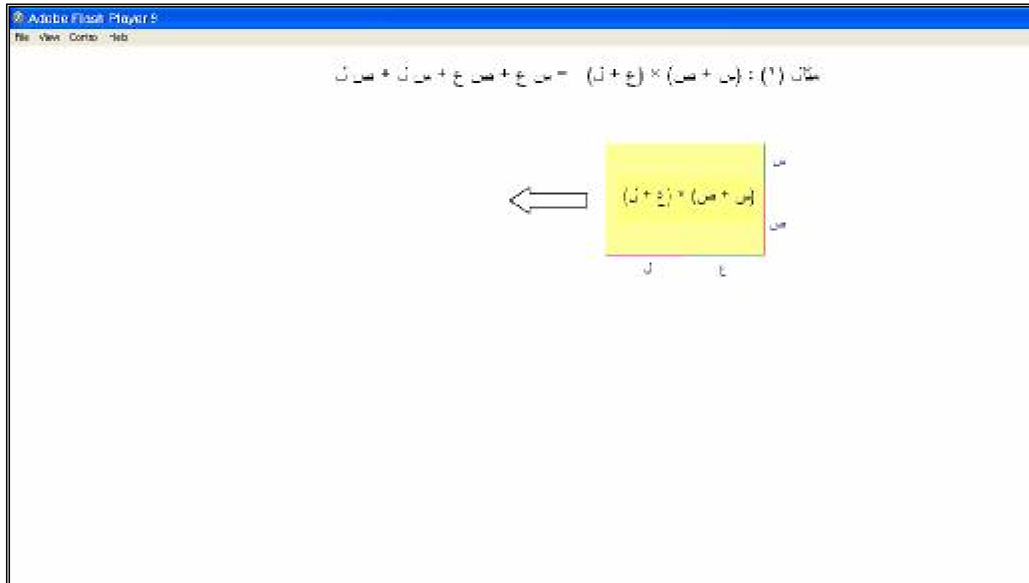
١ - الإطارات الحاسوبية للمثال الأول لدرس ضرب المقادير الجبرية:

الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى معطيات المثال، كما يهيأ إلى تمثيل المعطيات بشكل هندسي، ويتضح ذلك في الشكل (٣٢).



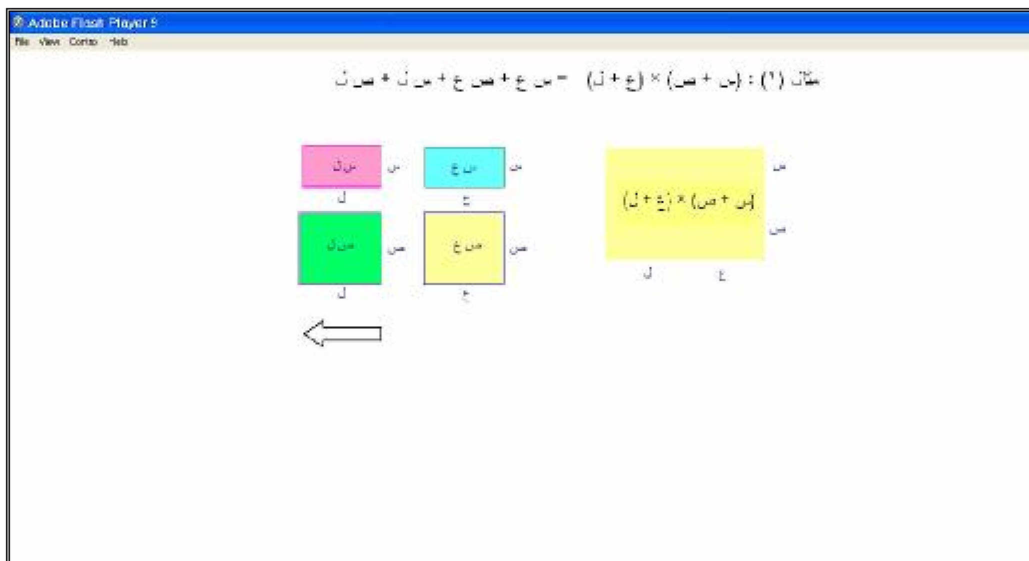
الشكل (٣٢)
الإطار الأول للمثال الأول لدرس ضرب المقادير الجبرية

الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى تمثيل المعطيات بمستطيل هندسي، كما يهيأ إلى تمثيل هندسي آخر منبثق عن التمثيل الأول، ويتضح ذلك في الشكل (٣٣).



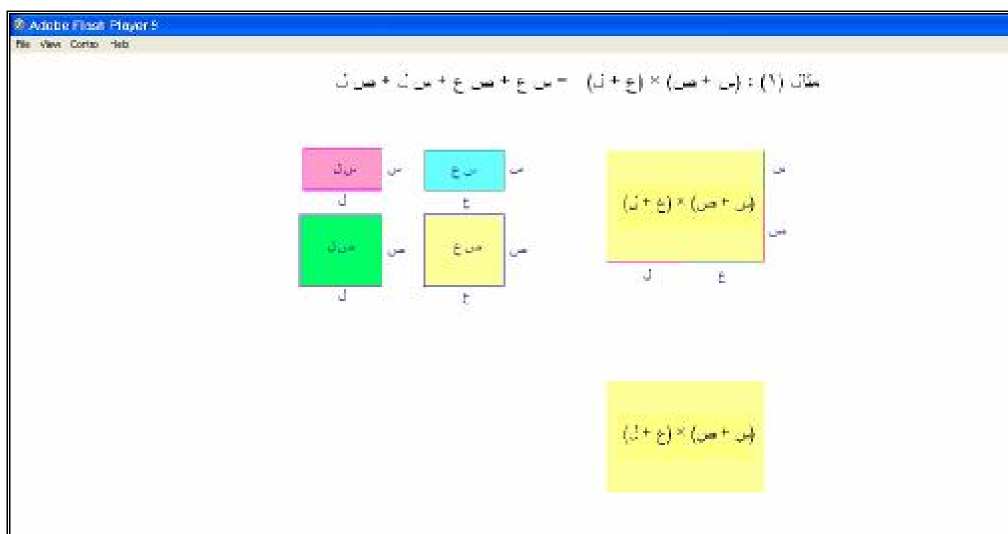
الشكل (٣٣)
الإطار الثاني للمثال الأول لدرس ضرب المقادير الجبرية

الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى تقسيم الشكل الهندسي إلى أربعة أشكال، كما يهيأ إلى تكوين مستطيل مطابق للمستطيل الأول، ويتضح ذلك في الشكل (٣٤).



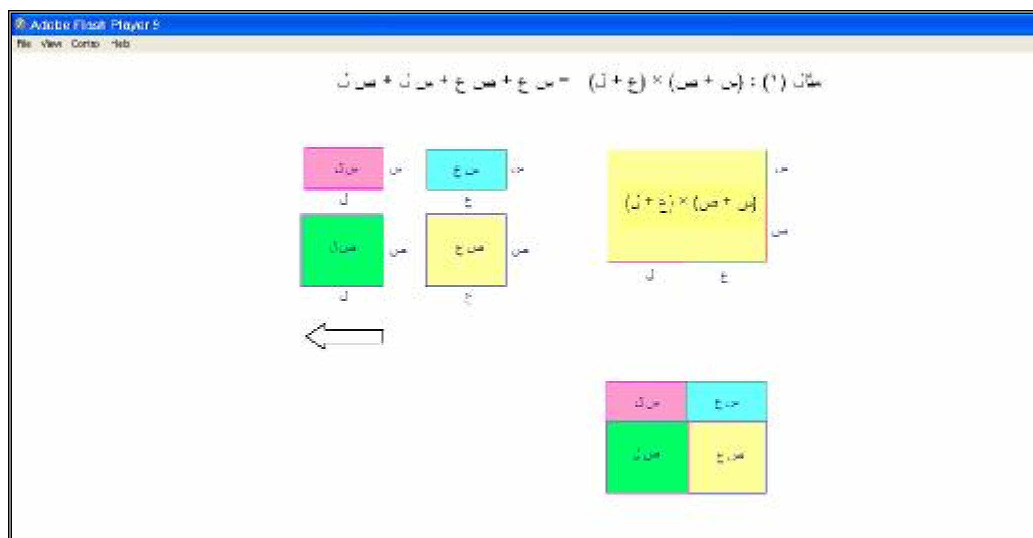
الشكل (٣٤)
الإطار الثالث للمثال الأول لدرس ضرب المقادير الجبرية

الإطار الرابع: يشير الإطار الرابع إلى تكوين مستطيل مطابق للمستطيل الأول، كما يهيأ إلى انتقال المستطيلات الصغيرة لتغطية المستطيل الجديد، ويتضح ذلك في الشكل (٣٥).



الشكل (٣٥)
الإطار الرابع للمثال الأول لدرس ضرب المقادير الجبرية

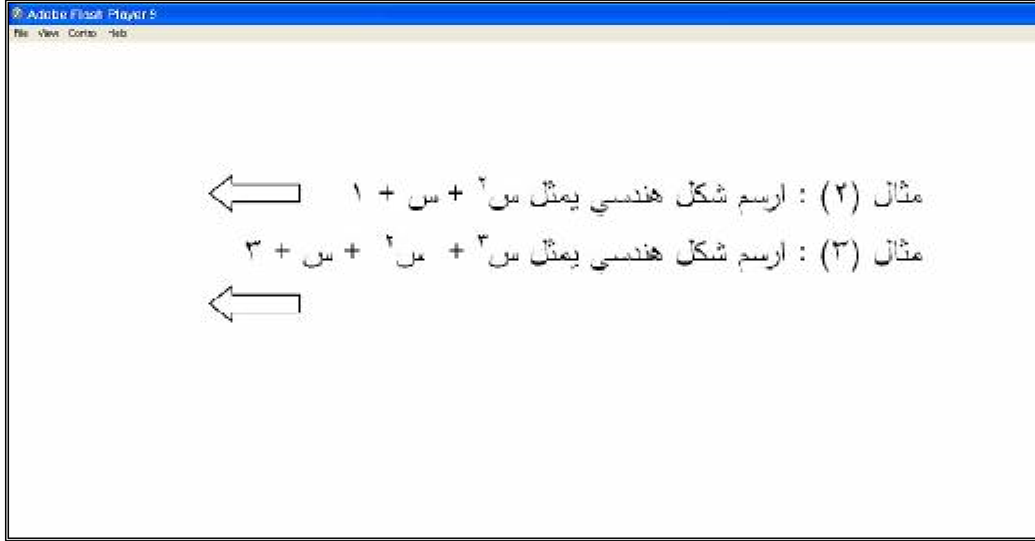
الإطار الخامس: يشير الإطار الخامس إلى انطباق المستطيلات الأربع الصغيرة على المستطيل، مما يدعم التحليل الجبري، كما يهيأ الإطار الخامس إلى العودة إلى بداية المثال، ويتضح ذلك في الشكل (٣٦).



الشكل (٣٥)
الإطار الرابع للمثال الأول لدرس ضرب المقادير الجبرية

٢ - الإطارات الحاسوبية للمثالين الثاني والثالث لدرس ضرب المقادير الجبرية:

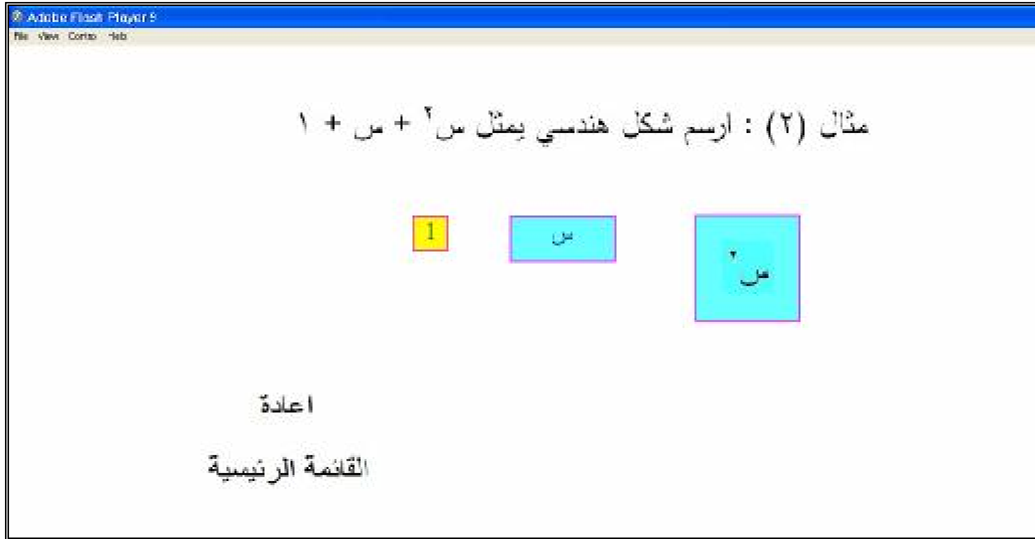
الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى معلومات المثالين (٢)، (٣)، كما يهيأ إلى الانتقال إلى تمثيل المثال (٢)، ويتضح ذلك في الشكل (٣٦).



الشكل (٣٦)

الإطار الأول للمثالين الثاني والثالث لدرس ضرب المقادير الجبرية

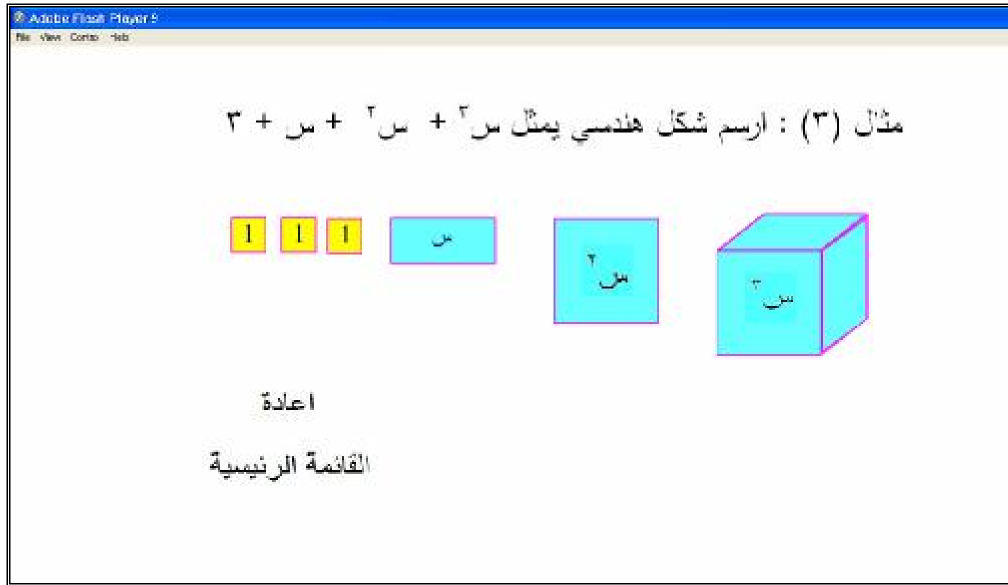
الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى تمثيل المقدار الجبري في مثال (٢)، كما يهيأ إلى إعـــادة التمثيل مرة أخرى أو العودة إلى القائمة الرئيسية، ويتضح ذلك في الشكل (٣٧).



الشكل (٣٦)

الإطار الثاني للمثالين الثاني والثالث لدرس ضرب المقادير الجبرية

الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى تمثيل المقدار الجبري في مثال (٣)، كما يهيأ إلى إعـــادة التمثيل مرة أخرى أو العودة إلى القائمة الرئيسية، ويتضح ذلك في الشكل (٣٧).



الشكل (٣٧)
الإطار الثالث للمثالين الثاني والثالث لدرس ضرب المقادير الجبرية

الدرس السادس

حل المعادلات في مجموعة الأعداد الصحيحة ص

هدف الدرس:

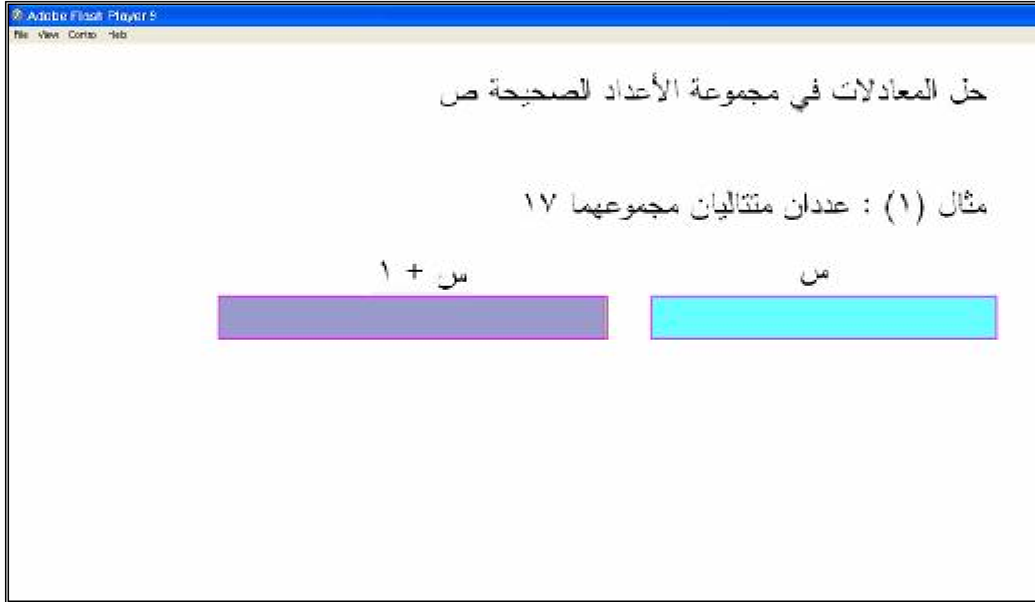
- يحل معادلات في ص.

المحتوى الرياضي للدرس: المعادلة، حل المعادلة.

المتطلبات السابقة للتعلم: تكوين معادلات

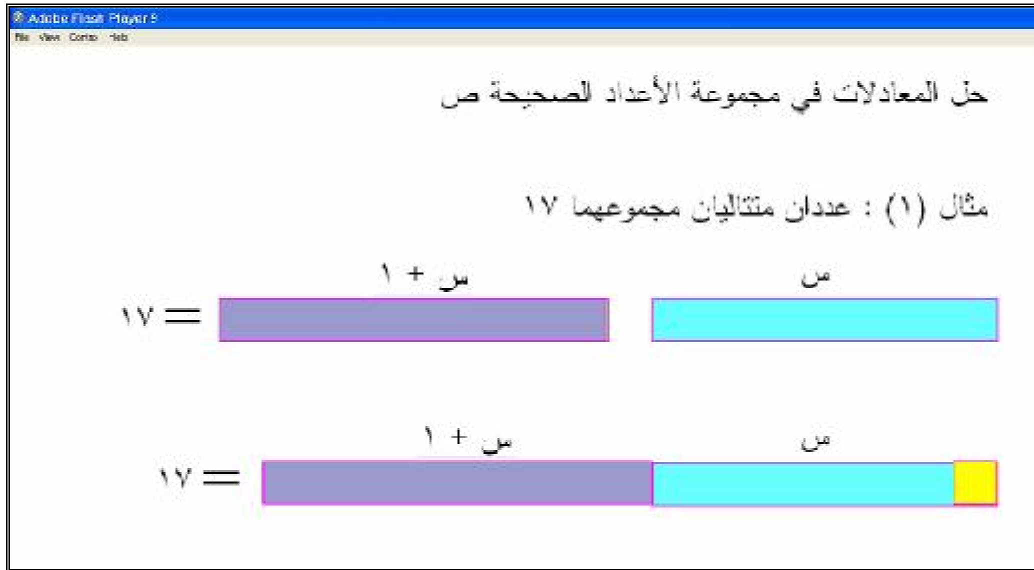
١ - الإطارات الحاسوبية لمثال درس حل المعادلات في مجموعة الأعداد الصحيحة ص:

الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى معلومات المثال، وتمثيل المتغيرات بأشكال هندسية، كما يهيأ إلى الانتقال إلى حل المعادلة، ويتضح ذلك في الشكل (٣٨).



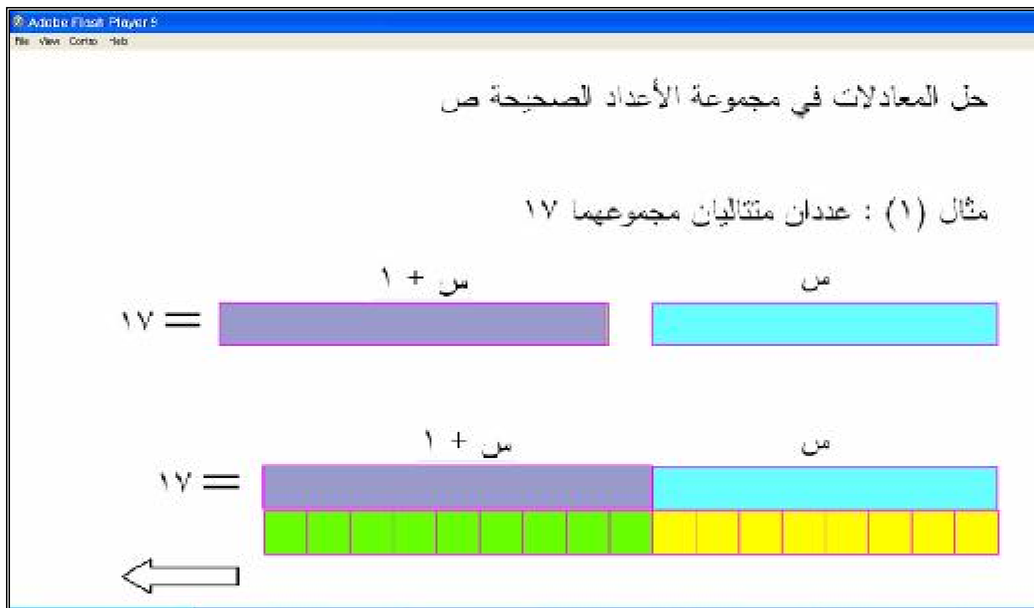
الشكل (٣٨)
الإطار الأول لمثال درس حل المعادلات في مجموعة الأعداد الصحيحة ص

الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى معلومات المثال، وتمثيل المتغيرات بأشكال هندسية، كما يهيأ إلى الانتقال إلى حل المعادلة، ويتضح ذلك في الشكل (٣٩).



الشكل (٣٩)
الإطار الثاني لمثال درس حل المعادلات في مجموعة الأعداد الصحيحة ص

الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى تمثيل حل المعادلة، ويهيأ العـودة إلـى بدايـة المثـال، ويتضح ذلك في الشكل (٤٠).



الشكل (٤٠)
الإطار الثالث لمثال درس حل المعادلات في مجموعة الأعداد الصحيحة ص

الدرس السابع

الفرق بين مربعين

أهداف الدرس:

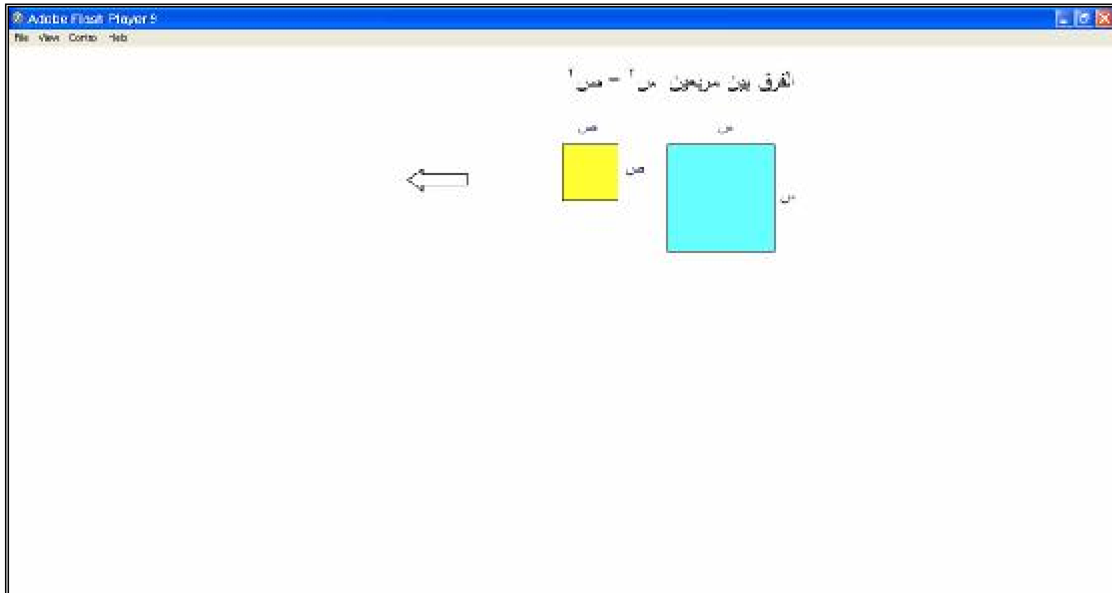
- يتعرف قاعدة الفرق بين مربعين.
- يُطبّق قاعدة الفرق بين مربعين في قيم عددية.

المحتوى الرياضي للدرس: مفكوك المقدار الجبري، قاعدة الفرق بين مربعين

المتطلبات السابقة للتعلم: توزيع الضرب على الجمع، المربع، المستطيل

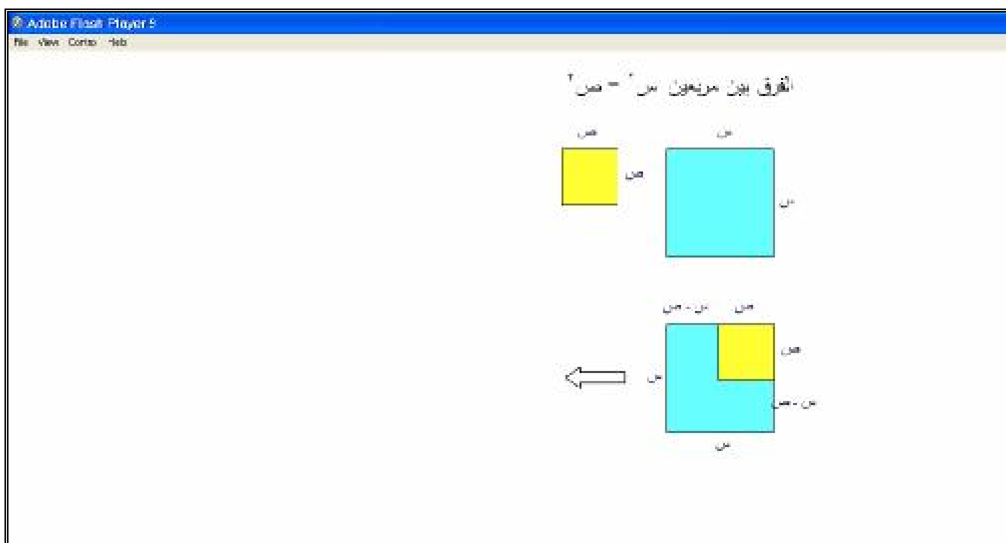
١ - الإطارات الحاسوبية للمثال الأول لدرس الفرق بين مربعين

الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى معطيات المثال (١)، وهي س^{٢} – ص^{٢}، كما يقدم تمثيلاً بمربعين لكل من س^{٢}، ص^{٢}، ويهيأ للانتقال إلى تمثيل الفرق بين المربعين، ويتضح ذلك في الشكل (٤١)



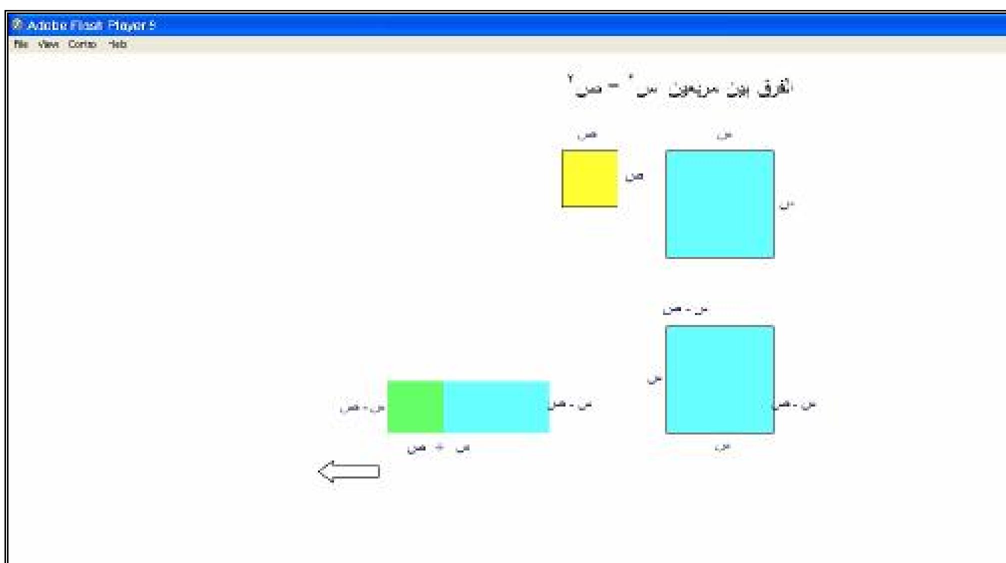
الشكل (٤١)
الإطار الأول للمثال الأول لدرس الفرق بين مربعين

الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى تمثيل الفرق بين المربعين من خلال تغطية جزء من المربع الكبير بوساطة المربع الصغير، كما يهيأ إلى تمثيل الفرق بمساحة مستطيل، ويتضح ذلك في الشكل (٤٢)



الشكل (٤٢)
الإطار الثاني للمثال الأول لدرس الفرق بين مربعين

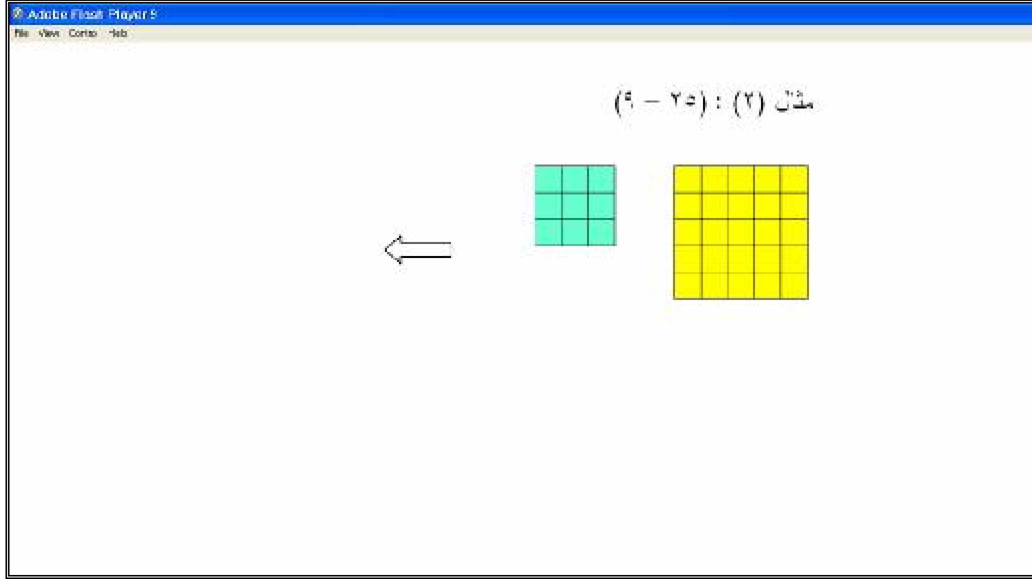
الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى تمثيل الفرق بين المربعين بمساحة مستطيل، ويهيأ العودة إلى بداية المثال، ويتضح ذلك في الشكل (٤٣)



الشكل (٤٣)
الإطار الثالث للمثال الأول لدرس الفرق بين مربعين

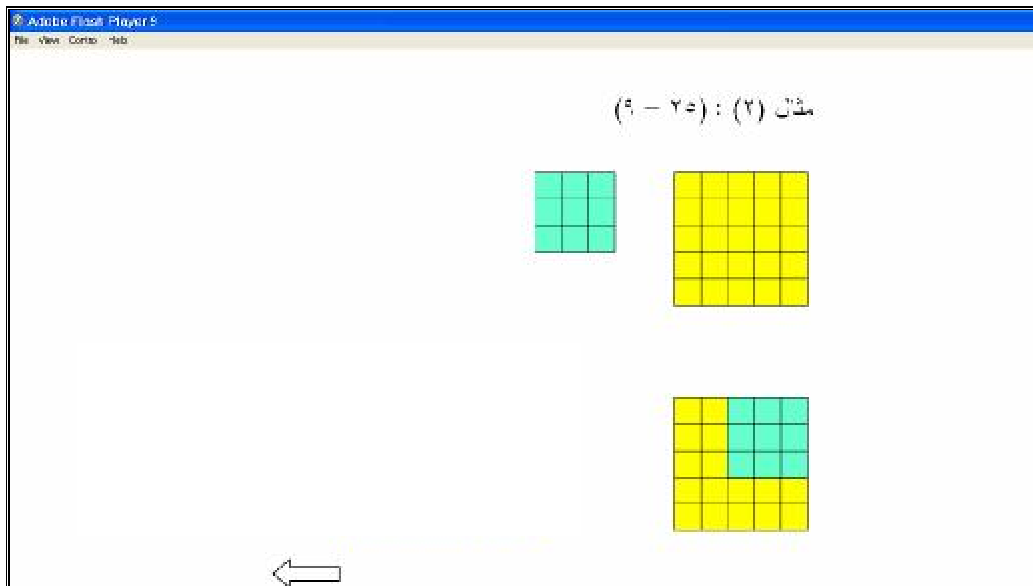
٢ - الإطارات الحاسوبية للمثال الثاني لدرس الفرق بين مربعين

الإطار الأول: يشير الإطار الأول إلى الفرق بين العددين ٢٥ و٩، كما يشير إلـــى تمثيـــل كـــلا منهما بمربع الأول مساحته ٢٥ وضلعه ٥، والثاني مساحته ٩، وضلعه ٣، ويهيأ للانتقـــال إلـــى خطوة التغطية، ويتضح ذلك في الشكل (٤٤)



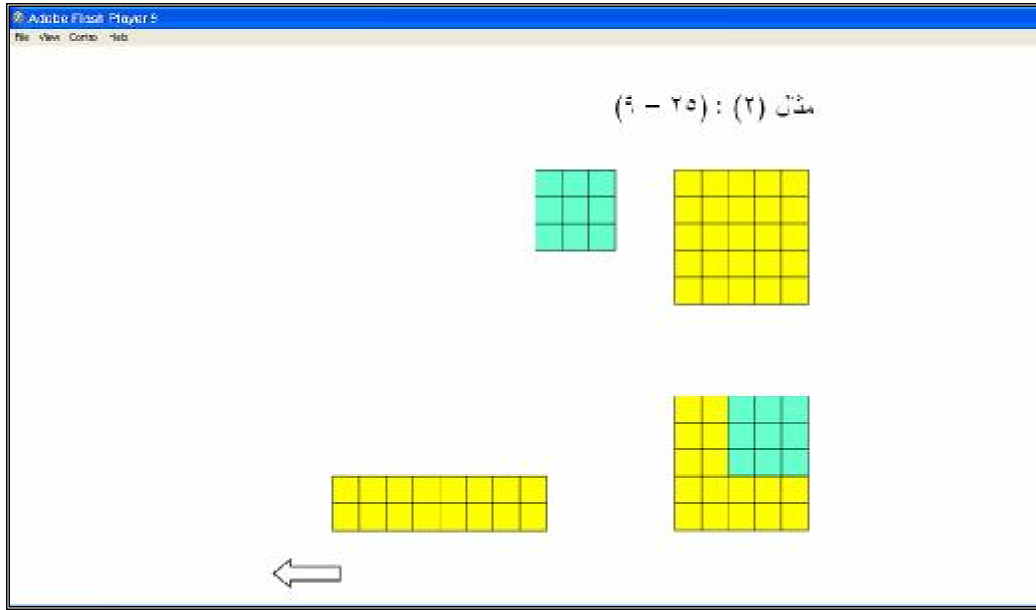
الشكل (٤٤)
الإطار الأول للمثال الثاني لدرس الفرق بين مربعين

الإطار الثاني: يشير الإطار الثاني إلى تغطية المربع الصغير جزء من المربع الكبيـــر، تمهيـــداً لقصها توضيحاً للطرح (الفرق)، كما يهيأ إلى الانتقال إلى تشكيل مساحة مـــستطيل مـــن نـــاتج الفرق، ويتضح ذلك في الشكل (٤٥)



الشكل (٤٥)
الإطار الثاني للمثال الثاني لدرس الفرق بين مربعين

الإطار الثالث: يشير الإطار الثالث إلى تشكيل مساحة مستطيل من ناتج الفرق بـــين المـــربعين، كما يهيأ إلى الانتقال إلى بداية المثال، ويتضح ذلك في الشكل (٤٦)



الشكل (٤٦)
الإطار الثالث للمثال الثاني لدرس الفرق بين مربعين

الملحق (٤)
المحكمون

الاسم	الرتبة الأكاديمية	مكان العمل	التخصص
أ.د. أنمار الكيلاني	أستاذ	الجامعة الأردنية	الإدارة التربوية - تخطيط تربوي
د. صلاح ياسين	أستاذ مساعد	جامعة النجاح الوطنية	طرق تدريس الرياضيات
د. محمد دبوس	أستاذ مساعد	جامعة الاستقلال	القياس والتقويم
أ. كريم العارضة	مشرف رياضيات	مديرية تعليم نابلس	طرق تدريس الرياضيات
أ. عبير الشوا	معلمة رياضيات	مدرسة جمال المصري	طرق تدريس الرياضيات
أ. نضال عنبتاوي	معلمة رياضيات	مدرسة كمال جنبلاط	رياضيات
أ. سهيلة زعيتر	معلمة رياضيات	مدرسة الخالدية	طرق تدريس الرياضيات
أ. سامح سعد الدين	معلم رياضيات	مدرسة قدري طوقان	رياضيات
أ. صوفيا شبانة	معلمة تكنولوجيا	مدرسة إبراهيم الخليل	تربية تكنولوجية
أ. حمزة علي	معلم تكنولوجيا	مدرسة عراق بورين	تربية تكنولوجية
أ. نور الدين سماعنة	معلم تكنولوجيا	مدرسة قبلان	تربية تكنولوجية

الملحق (٥)

اختبار حلّ المسألة الرياضية

الطالبة المحترمة

يتكون الاختبار من (١٥) سؤال من نوع الاختيار من متعدد، والمطلوب منك تحديد الإجابة الصحيحة من بين البدائل الأربع.

الاسم:.......................

الصف: السابع الأساسي الشعبة:.........

زمن الاختبار: (٤٠ دقيقة)

ضعي دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

١. ناتج ٢ × ٠ × ٠ × ٥:

(أ) ٠ (ب) ١٠ (ج) ١٠٠ (د) ٥٠٠٢

٢. ناتج ١٥ – ١٤ + ١٣ -١٢ + ١١ – ١٠ + ٩ – ٨ + ٧ – ٦ + ٥ - ٤ =

(أ) ١٤ (ب) ١٢ (ج) ٧ (د) ٦

٣. ٦٠ × ٦٠ = ٢٠ × ٢٠ ×... :

(أ) ٣ (ب) ٩ (ج) ٨٠ (د) ٩٠٠

٤. ضُرب عدد في ٥ فكان الناتج صفراً، فإذا استبدلنا العدد ٥ بالعدد ٦، فإن الناتج يكون:

(أ) ٠ (ب) ١ (ج) ٦ (د) ١٢

٥. ١٠ مئات + ١٠٠ عشرة =.... واحدات:

(أ) ١٠٠٠ (ب) ٢٠٠٠ (ج) ١٠٠٠٠ (د) ٢٠٠٠٠

٦. إذا كان ناتج ضرب عددين صحيحين مختلفين هو ٧، فإن ناتج جمعهما يساوي:

(أ) ١٤ (ب) ٨ (ج) ٧ (د) ٦

٧. إنّ الرقم الناقص وفق النمط ٩٨، ٩٤،...، ٧٠، ٣٨ هو:

(أ) ٩٢ (ب) ٩٠ (ج) ٨٨ (د) ٨٦

٨. اشترى عمر من الأقلام ثلاثة أضعاف ما اشتراه خالد، واشترت سلوى ضعفي ما اشتراه عمر. فإذا كان ما اشترته سلوى هو ١٨ قلماً، فإن عدد الأقلام التي اشتراها خالد :

(أ) ١ (ب) ٣ (ج) ٦ (د) ٩

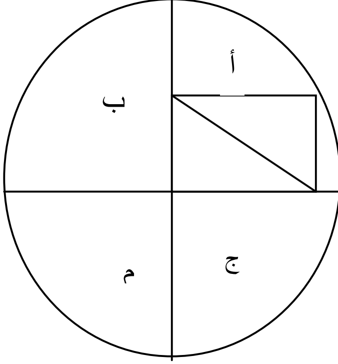
٩. العدد **مليونان** يساوي:

(أ) ٢٠٠ × ١٠٠ (ب) ٢٠٠ × ١٠٠٠ (ج) ٢٠٠٠ × ١٠٠٠ (د) ٢٠٠٠٠ × ١٠

١٠. ناتج جمع أكبر عدد مكون من ثلاث منازل، وأكبر عدد مكون من أربع منازل هو:

(أ) ٩٩٩٨ (ب) ٩٩٩٩ (ج) ١٠٠٠٠ (د) ١٠٩٩٨

١١. الشكل أ ب م ج مستطيل في الدائرة المقابلة، وطول قطره ب ج = ٥ سم. يكون طول نصف قطر الدائرة:



(أ) ١٥ (ب) ١٠ (ج) ٦ (د) ٥

١٢. إذا كان ناتج ضرب عدد في ضعفيه يساوي ٧٢، فإن نصف ذلك العدد يساوي:

(أ) ٣ (ب) ٦ (ج) ١٢ (د) ٣٦

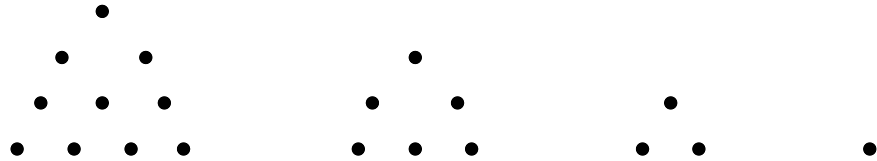
١٣. إذا كان ٢ + ٤ + ٦ +..... + ١٠٠ = ٢٥٥٠، فإن ١ + ٣ + ٥ +.... + ٩٩ =

(أ) ٢٤٠٠ (ب) ٢٤٥٠ (ج) ٢٥٠٠ (د) ٢٥٥٠

١٤. إذا كان عمر منى الآن ١١ سنة، وعمر سعيد سنة واحدة. متى عمر منى الذي يكون مساوياً ثلاث أضعاف عمر سعيد:

(أ) ١٥ (ب) ٣٠ (ج) ١٢ (د) ١٨

١٥. إذا استمر ظهور النقاط على نفس النمط في الأشكال الأربعة، فإن عدد النقاط في الشكل الخامس هو:



(أ) ١٤ (ب) ١٥ (ج) ١٦ (د) ٢٠

الملحق (٦)

مفتاح إجابة اختبار حل المسألة الرياضية

رقم السؤال	الإجابة
١	أ
٢	د
٣	ب
٤	أ
٥	ب
٦	ب
٧	د
٨	ب
٩	ج
١٠	د
١١	د
١٢	أ
١٣	ج
١٤	أ
١٥	ب

الملحق (٧)

ورقة الغلاف المصرّح بها من مقياس القدرة المكانية

بسم الله الرحمن الرحيم

اختبار القدرة المكانية (دوران النماذج)

هذا الاختبار يقيس قدرتك في الكشف عن الفروق بين الاشكال . انظر الى الاشكال الخمسة أدناه والتي تمثل نماذج على شكل مثلثات :



ان هذه الاشكال تمثل جميعها نفس النموذج ، ولكن بدوران حول اتجاهات مختلفة .
الآن انظر الى النموذجين ادناه :



هذان النموذجان مختلفان . فالنموذج الاول لا يؤدي الى النموذج الثاني بمجرد الدوران ولكن يجب ان نقلبه او نرسمه بطريقة مختلفة .

تحتوي كل مسألة في هذا الاختبار على نموذج واحد الى اليمين من الخط العمودي وثمانية نماذج الى اليسار . وعليك ان تقرر اي من هذه النماذج الثمانية يتفق (يشابه) النموذج الى اليمين ، واي منها لا يتفق معه (يخالفه) . ضع العلامة (×) في المربع بجوار الكلمة (نعم) ان كان هذا النموذج يتفق مع النموذج الى اليمن ، وضع العلامة (×) في المربع بجوار الكلمة (لا) ان كان هذا النموذج لا يتفق مع النموذج الى اليمين .

- تدرّب على الفقرات التالية . لاحظ ان الفقرة الاولى اجيب عنها بشكل صحيح .



- ستكون علامتك على الاختبار هي (عدد الفقرات الصحيحة ناقص عدد الفقرات الخاطئة) ، لذلك لن يكون من المفيد ان تخمّن الاجابة الا اذا تكونت لديك فكرة جيدة على ان النموذج الى اليسار يتفق او لا يتفق مع النموذج الى اليمين .
- اعمل باسرع ما يمكن ، مع عدم اغفال عامل الدقة .
- الوقت المخصص لك للاجابة عن كل جزء من جزئي الاختبار هو (٣) دقائق فقط . اذا انتهيت من الجزء الاول قف. ويرجى عدم قلب الصفحة للانتقال الى الجزء الثاني الا اذا طلب منك ذلك .

لا تقلب هذه الصفحة حتى يطلب منك ذلك

The Effect of Educational Program Supported with Illuminations on Mathematical Problem Solving and Spatial Ability of Seventh Grade Students in Palestine

Prepared by :

Soheil Hussein Mahmoud Salha

Supervisor :

Dr. Adnan Saleem Abed

The present study aims at investigating the effect of an educational program supported with illuminations on problem solving and spatial ability among seventh grade students in Palestine. Particularly, the study answered the two following questions :

First : what is the effect of an educational program supported with illuminations on problem solving among seventh grade students in Palestine?

Second : what is the effect of an educational program supported with illuminations on spatial ability among seventh grade students in Palestine?

The Quasi-experimental design based on experimental and control groups was used in the study. Thus, the subjects of the study were deliberately selected from Omar Jamal El-Masri school for the study purposes. Two sections (A) and (B) were selected randomly: section (A) (35 students) was selected randomly as an experimental group and exposed to the educational program supported with illuminations, section (B) (32 students) was selected randomly as a control group and exposed to the ordinary instructional program. Therefore, the subjects of the study were (67) in total.

To achieve the aims of the study, three instruments were used for data collection: (1) the educational program supported with illuminations, which was designed as a perfect educational system (2) a test for measuring students' mathematical problem solving and it consists of (15) multiple choice items, (3) a scale for measuring students' spatial ability and it consists of (20) multiple choice items. The Validity as well as the reliability of the instruments were measured and found acceptable for study purposes.

The present study procedures included: (1) a pre – conducting stage of the problem solving test and the scale of spatial ability : whereby it was conducted on the subjects of both the experimental and control groups prior to the stage of conducting the educational program, (2) the stage of conducting the educational program supported with illuminations, which lasted (4) weeks. After conducting the educational program, problem solving test and spatial ability scale were conducted. Data were collected and organized in tables, then data entry was conducted and ANCOVA was used to control the differences between pre and post test and find out the differences between the means in the post tests.

The results showed that there is a significant difference in problem solving among seven grade students in Palestine, in favor of the educational program and there is a significant difference in spatial ability among seven grade students in Palestine, in favor of the educational program.

Based on the result, the research recommended the following :

- The adoption of this study results, recommendations and it's educational program as a response for the effect of educational software on developing problem solving and spatial ability among the students.
- The necessity of training math teachers on using illuminations as programmed ones or in websites, as they provided a real support to math curricula and students understanding.
- The necessity of giving students chances to learn math through interactive educational software and enabling them to construct and represent math concepts.